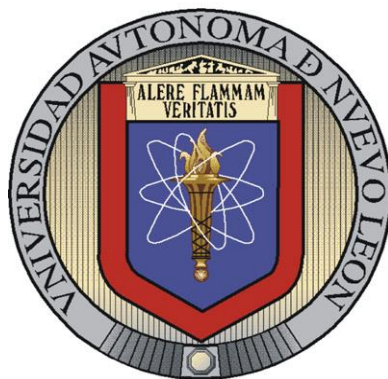


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN



TESIS

***FONDOS DE PENSIÓN EN MÉXICO: UN ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LOS
LÍMITES DE INVERSIÓN EN LOS PORTAFOLIOS DE LAS SIEFORE
A TRAVÉS DEL MÉTODO DE MARKOWITZ***

PRESENTADA POR

MAF. KARINA MARTÍNEZ ALVAREZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE DOCTOR EN CONTADURÍA**

NOVIEMBRE, 2019

A Gustavo, Víctor y Sara.

Agradecimientos

Gracias Dios por permitirme cumplir esta meta;

Gracias a la Universidad Autónoma de Nuevo León por siempre innovar y ofrecer una amplia oferta educativa de alto nivel;

Gracias a CONACYT por darme la oportunidad de continuar aprendiendo y transmitir conocimiento;

Gracias a la Dra. Gabriela Farías por sus consejos para desarrollarme profesionalmente; a la Dra. Verónica Hinojosa por la motivación para iniciar esta aventura; al Dr. Juan Rositas por su paciencia y dedicación; al Dr. Paura por transmitir su entusiasmo para seguir aprendiendo; al Dr. Klender Cortez por impulsarme a siempre ir por más; al Dr. Villarreal por su apoyo para seguir escribiendo.

Gracias a todos mis maestros, Dr. Wong, Dra. Villalpando, Dr. Cruz, Dr. Hernández, Dr. Treviño, Dr. Guerra; porque me llevo grandes aprendizajes de todos ustedes.

Gracias a todo el equipo de Posgrado de FACPYA, me llevo la mejor experiencia y grandes amigos.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Declaro solemnemente que el documento que en seguida presento es fruto de mi propio trabajo, y hasta donde estoy enterado no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona, excepto aquellos materiales o ideas que por ser de otras personas les he dado el debido reconocimiento y los he citado debidamente en la bibliografía o referencias.

Declaro además que tampoco contiene material que haya sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro grado o diploma de alguna universidad o institución.

Nombre: Karina Martínez Álvarez

Firma: _____

Fecha: 27 de Noviembre de 2019

ABREVIATURAS y TÉRMINOS TÉCNICOS

AFORE	Administradoras de Fondos para el Retiro
AMAI	Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia
APT	Arbitrage Pricing Theory
Banxico	Banco de México
BD	Beneficio Definido
CD	Contribución Definida
CERPI	Certificados de Proyectos de Inversión
CETES	Certificados de la Tesorería
CKD	Certificados de Capital de Desarrollo
CNBV	Comisión Nacional Bancaria y de Valores
CONSAR	Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro
DC	Densidad de Cotización
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares
FCV	Fondos de Ciclo de Vida
FIBRAS	Fideicomisos de Inversión en Bienes Raíces
FMI	Fondo Monetario Internacional
GRG	Generalized Reduced Gradient
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática
IRN	Indicador de Rendimiento Neto
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los trabajadores del Estado
IPC	Indice de Precios y Cotizaciones
JB	Jarque-Bera
LSAR	Ley de Sistemas de Ahorro para el Retiro
LSS	Ley del Seguro Social
OCDE/OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PEA	Población Económicamente Activa
PEMEX	Petróleos Mexicanos

PMG	Pensión Mínima Garantizada
SBC	Salario Base de Cotización
SIEFORE	Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro
SM	Salario Mínimo
SSRN	Social Science Research Network
S&P	Standard & Poors
TR	Tasa de Reemplazo

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
ABREVIATURAS y TÉRMINOS TÉCNICOS	v
TABLA DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Capítulo 1. NATURALEZA Y DIMENSIÓN DEL ESTUDIO	5
1.1. <i>Antecedentes del sistema de pensiones en México</i>	6
1.1.1. Evolución de los sistemas de pensiones.....	6
1.1.2. Sistema de Contribución Definida en México	7
1.1.3. Causas y Consecuencias del desempeño de las AFORE	13
1.2. <i>Planteamiento Teórico del Problema de Investigación</i>	16
1.2.1. Teorías del fenómeno a estudiar	18
1.3. <i>Pregunta Central de Investigación</i>	22
1.4. <i>Objetivo General de la Investigación</i>	22
1.4.1. Objetivos Metodológicos de la Investigación.....	23
1.4.2. Objetivos Específicos de la Investigación	24
1.5. <i>Hipótesis General de Investigación</i>	25
1.6. <i>Metodología</i>	26
1.7. <i>Justificación y aportaciones del estudio</i>	29
1.8. <i>Delimitaciones del estudio</i>	30
1.9. <i>Síntesis del Capítulo</i>	31
CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO.....	33
2.1. <i>Medición del desempeño de los fondos de pensiones</i>	34
2.2. <i>Teorías y estudios aplicados al régimen de inversión en la Contribución Definida</i>	36
2.2.1. Inversión en Renta Variable	38
2.2.2. Inversión Extranjera	39
2.2.3. Inversión Doméstica	41
2.2.4. Bienes raíces	42
2.3. <i>Hipótesis específicas y/o operativas</i>	43
2.3.1. Modelo gráfico de la hipótesis	45

2.4.	<i>Síntesis del capítulo Marco Teórico</i>	46
Capítulo 3- ESTRATEGIA METODOLÓGICA		48
3.1.	<i>Tipo y diseño de investigación</i>	48
3.1.1.	Tipo de investigación.....	49
3.1.2.	Diseño de la Investigación	49
3.2.	<i>Métodos de recolección de datos</i>	50
3.2.1.	Operacionalización de las variables de la hipótesis	53
3.3.	<i>Población, marco muestral y muestra</i>	54
3.4.	<i>Métodos de análisis</i>	55
3.4.1.	Teoría de portafolios eficientes	56
3.4.2.	Construcción de la frontera eficiente.....	58
3.4.3.	Supuestos de la teoría de portafolios	59
3.4.4.	Determinación del Portafolio óptimo	61
3.5.	<i>Síntesis del capítulo de Metodología</i>	62
Capítulo 4- RESULTADOS		63
4.1.	<i>Análisis descriptivo de la situación</i>	63
4.2.	<i>Teoría de portafolios de Markowitz</i>	65
4.2.1.	Test de Jarque-Bera.....	65
4.2.2.	Construcción de la Frontera Eficiente	67
4.2.3.	Construcción de la Frontera Eficiente con restricciones	67
4.2.4.	Construcción de la Frontera Eficiente sin restricciones	73
4.2.5.	Construcción de la Frontera Eficiente sin restricciones por activo	76
4.3.	<i>Resumen de Comprobación de Hipótesis</i>	81
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES		85
	<i>Futuras líneas de investigación</i>	89
BIBLIOGRAFIA		90
ANEXOS		93

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. APORTACIONES AL SISTEMA DE RETIRO	9
TABLA 2. LÍMITES MÁXIMOS DE INVERSIÓN POR SIEFORE Y RANGO DE EDAD DEL TRABAJADOR.....	10
TABLA 3. COMPARATIVO DE TASAS DE REEMPLAZO	12
TABLA 4. RENDIMIENTOS ANUALES PROMEDIO DE LAS SIEFORE	21
TABLA 5. ATRIBUCIÓN DE RENDIMIENTOS POR TIPO DE INSTRUMENTO	21
TABLA 6. ACTIVOS DE INVERSIÓN DE LAS SIEFORE EN MÉXICO.	29
TABLA 7. REVISIÓN PRELIMINAR DE LA LITERATURA	37
TABLA 8. VARIABLES DE ESTUDIO.....	52
TABLA 9. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	53
TABLA 10. IDENTIFICACIÓN DEL SUJETO DE INVESTIGACIÓN.	55
TABLA 11. RESTRICCIONES AL MODELO DE OPTIMIZACIÓN.	60
TABLA 12. RELACIÓN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN-RENDIMIENTO (CIFRAS EN PORCENTAJE).	63
TABLA 13. RELACIÓN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN-RENDIMIENTO CONSAR.	65
TABLA 14. PRUEBA DE NORMALIDAD JARQUE BERA	66
TABLA 15. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	68
TABLA 16. CÁLCULO DE FRONTERA EFICIENTE CON RESTRICCIONES	70
TABLA 17. COMPOSICIÓN DE PORTAFOLIOS CON RESTRICCIONES.....	72
TABLA 18. COMPOSICIÓN DE LOS PORTAFOLIOS SIN RESTRICCIONES	75
TABLA 19. COMPOSICIÓN DE LOS PORTAFOLIOS (MERCANCÍAS Y RENTA VARIABLE INTL.)	80
TABLA 20. TABLA RESUMEN DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA CONCEPTUAL DE ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE PENSIONES.....	15
FIGURA 2. RENDIMIENTOS REALES DE SIEFORES	20
FIGURA 3. MODELO ESQUEMÁTICO FRONTERA EFICIENTE	28
FIGURA 4. RELACIÓN DE VARIABLES	46
FIGURA 5. REPRESENTACIÓN DE UNA FRONTERA EFICIENTE	57
FIGURA 6. FRONTERA EFICIENTE CON RESTRICCIONES.....	71
FIGURA 7. FRONTERA EFICIENTE SIN LÍMITES	74
FIGURA 8. FRONTERA EFICIENTE SIN LÍMITES POR TIPO DE ACTIVO.	79

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE COVARIANZA (CIFRAS EN PORCENTAJES).....	93
ANEXO 2. MATRIZ DE CORRELACIÓN (CIFRAS PORCENTAJES)	94
ANEXO 3. COMPOSICIÓN DE PORTAFOLIOS DE SIEFORES SB4 (MERCADO VIGENTE).....	95
ANEXO 4. COMPOSICIÓN DE PORTAFOLIOS CON RESTRICCIONES DE INVERSIÓN.	96
ANEXO 5. COMPOSICIÓN DE PORTAFOLIOS SIN RESTRICCIONES DE INVERSIÓN.	97

RESUMEN

En Julio de 1997, el sistema de pensiones para los trabajadores afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) pasó de un esquema de Beneficio Definido (BD) a otro de Contribución Definida (CB) afectando dramáticamente la cuantía de las pensiones a recibir, las cuales dependen, entre otros factores, de los rendimientos generados por las carteras de inversión de las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE) que a su vez se encuentran limitadas por lineamientos de inversión establecidos por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) que restringen el tipo de producto y la proporción que se debe destinar a cada uno de ellos dentro del portafolio de inversión.

En la práctica no existe un consenso en cuanto a la ponderación que cada tipo de activo debe tener dentro de un portafolio de fondos para el retiro; entre las diferentes estrategias destaca la recomendación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2015) que consiste en incrementar el límite de inversión extranjera. Este documento centrará su estudio en determinar el impacto de los límites de inversión de todos los tipos de productos permitidos por la regulación sobre la variable rendimiento. Nuestra hipótesis de trabajo implica que los límites de inversión por tipo de activo tienen un impacto negativo en la variable rendimiento, es decir que un cambio en los límites de inversión contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos.

Para comprobar lo anterior, basaremos el estudio en la teoría de portafolios de mínima varianza de Harry Markowitz (1952) abarcando el periodo de 2008 a 2010 para la Sociedad de Inversión SB4. Los resultados indican que, contrario a las recomendaciones de la OCDE, basta con mantener un portafolio invertido en Deuda Gubernamental (61%), Mercancías (21%) y Renta Variable Extranjera (18%) para elevar el rendimiento en 479 puntos base sin afectar el nivel de riesgo comprometido. Paralelamente, los resultados también señalan la necesidad de crear una oferta de productos domésticos competitivos.

Palabras clave: AFORE, Contribución Definida, fondos de pensiones.

Key Words: AFORE, Defined Contribution, pension funds.

INTRODUCCIÓN

En Julio de 1997, el sistema de pensiones en México para los trabajadores afiliados al IMSS pasó de un esquema de Beneficio Definido, donde el monto pensionario a recibir mensualmente depende, entre otros factores, del promedio salarial de los últimos cinco años en activo del trabajador; a un sistema de Contribución Definida, en donde la pensión mensual está en función únicamente del ahorro que se logre captar a través de las aportaciones realizadas a una cuenta personal que a su vez invierte en Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro (SIEFORE).

Las implicaciones de este cambio se verán reflejadas a partir del año 2037 cuando iniciará una ola progresiva de jubilaciones de trabajadores bajo esta nueva modalidad que de acuerdo con reportes de la CONSAR (2018) se estima ascienda a 20 millones de jubilados para el año 2047 o bien aproximadamente el 36% de la población económicamente activa (PEA).

El problema radica en que de acuerdo con datos de la OCDE (2015), estos individuos recibirán en promedio sólo el 27% de su último sueldo vigente, cifra conocida como Tasa de Reemplazo (TR); sin embargo, este valor pudiera ser aún menor considerando el perfil socioeconómico del trabajador (Martínez, 2018), el desempeño económico del país y las decisiones de inversión de las Administradoras de Fondos para el Retiro llegando a valores de apenas un 7%.

Entre las razones que explican una Tasa de Reemplazo en niveles tan bajos se encuentran el bajo nivel de aportación, las altas comisiones cobradas por las AFORE y los bajos rendimientos generados por las SIEFORE. Este documento centrará su análisis en el tema de generación de rendimientos por parte de las SIEFORE.

Uno de los factores que afecta el desempeño de los fondos de inversión de las SIEFORE son los movimientos propios del mercado financiero, lo que se conoce como Riesgo de Mercado, situación que se regula a través de las Disposiciones de carácter general que establecen el régimen de inversión al que deben sujetarse los portafolios de las SIEFORE.

Como es de esperarse, este régimen de inversión no ha permanecido intacto a lo largo de la implementación del régimen de Contribución Definida. El portafolio de

inversión permitido para las SIEFORE se ha modificado como resultado de un mercado financiero interno más robusto que cuenta con mayor cantidad y variedad de productos financieros domésticos que se han incorporado poco a poco al régimen de inversión permitido para las AFORE en búsqueda de mayores rendimientos.

Lo anterior también ha dado paso a una gestión de activos más agresiva y mejor preparada que busca expandir inversiones a mercados externos y productos más sofisticados. Es así como la OCDE, en su informe de 2015, destaca la importancia de incrementar el límite de la inversión extranjera en la regulación prevista como medida de diversificación y generación de rendimientos atractivos.

La teoría indica que como resultado de estos cambios deberíamos observar un mejor desempeño en las SIEFORE, sin embargo, cuando analizamos el comportamiento histórico de rendimientos de las SIEFORE los resultados no indican mejoras sustanciales a raíz de la implementación de nuevos productos en el régimen de inversión, por lo que no queda claro hasta qué punto es válido incrementar los límites de un activo en particular para elevar los rendimientos sin incurrir en riesgos excesivos.

En México, el trabajo de investigación sobre este tema ha sido escaso y muchas de las ideas adoptadas por la OCDE provienen de investigaciones realizadas para economías como Chile, Colombia, Europa, Estados Unidos, entre otros. Desafortunadamente, no existe un consenso en cuanto a mejores prácticas para los Fondos de Retiro ya que éstas dependen del periodo analizado y la situación particular de cada país.

Ante la escasa investigación con datos de México y ante la inminente necesidad de contar con datos duros para implementar acciones correctivas acordes con nuestro contexto es que surge la iniciativa de realizar la presente investigación. El propósito de este documento consiste en evaluar el nivel eficiencia en la asignación de recursos en la SIEFORE SB4 con el fin de proponer, de ser necesario, cambios en la estructura de los portafolios de inversión de las Sociedades de Inversión.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera: en el capítulo 1 se abordarán los antecedentes generales del sistema de pensiones en México, se hará una breve descripción de los principales textos encontrados que fundamentan este

estudio y que sustentan la importancia, justificación y pregunta central de la presente investigación, la cual se resume en determinar si la estructura del régimen de inversión ha sido eficiente en términos de riesgo-rendimiento y más aún si las propuestas de seguir flexibilizando el régimen contribuye de manera favorable en el desempeño de los fondos. Este capítulo cierra con el establecimiento de la hipótesis y de los objetivos generales y específicos.

En el capítulo 2 se expone el marco teórico que sustenta la presente investigación y cierra con la selección del método de análisis de mínima varianza de Markowitz (1952), mismo que será explicado a detalle en el capítulo 3 de Metodología en conjunto con la selección de insumos para realizar el análisis, el periodo abarcado en la investigación y los métricos a utilizar. En el capítulo 4 se exponen los resultados generados al aplicar la teoría de Markowitz así como la comprobación de las hipótesis expuestas en el capítulo 2. Finalmente, en la sección de conclusiones y recomendaciones se resumen los resultados del estudio.

Capítulo 1. NATURALEZA Y DIMENSIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente y desde julio de 1997, la forma de administrar el sistema de pensiones del IMSS consiste en un esquema de Contribución Definida el cual por definición consiste en realizar aportaciones periódicas predeterminadas (de ahí su nombre de contribución definida) en cuentas personales, individuales, intransferibles y portables.

A diferencia del esquema anterior conocido como Beneficio Definido y que debe su nombre al hecho de conocer de antemano el monto de la pensión o beneficio a recibir; bajo el nuevo esquema la pensión dependerá del monto que se logre reunir mediante las aportaciones periódicas realizadas, las cuales son consideradas como las más bajas a nivel internacional (OCDE 2016).

Bajo el nuevo esquema, se estima que en promedio las pensiones asciendan a tan sólo el 27% sobre el último salario recibido antes de pensionarse (OCDE, 2015), aunque este valor pudiera llegar hasta 7% (Martínez, 2018). Este métrico, conocido también como Tasa de Reemplazo, refleja la necesidad de implementar medidas correctivas en las variables que inciden en su cálculo considerando que el promedio a nivel internacional es del 63% (OCDE, 2015).

El objetivo de este capítulo es introducirnos en el tema de sistema de pensiones en México a través de las AFORE. En primer lugar, se expondrán de manera general la evolución de los modelos de pensiones en el mundo hasta llegar a la creación de los planes de Contribución Definida. Se abordan también aspectos operativos del sistema de pensiones vigentes en nuestro país y el impacto estimado de su implementación.

En este capítulo se expone una revisión previa de literatura con el propósito de conocer los avances, vacíos de información y áreas de oportunidad que se pudieran tomar como referencia para dirigir este estudio. Finalmente se expondrán los objetivos, hipótesis, metodología, supuestos, delimitaciones y la justificación de la presente investigación.

1.1. Antecedentes del sistema de pensiones en México

1.1.1. Evolución de los sistemas de pensiones

La evolución de los sistemas de pensiones ha ido de la mano con los modelos económicos prevalecientes en el mundo. De esta manera podemos ver como durante el apogeo del socialismo, en el siglo XIX, surgen iniciativas para establecer los primeros sistemas de seguridad social. El primer país que implementó un sistema de seguridad social fue Alemania en 1881, cuando el canciller Otto Von Bismarck estableció un seguro de rentas que buscaba amparar a los trabajadores ante contingencias como vejez, incapacidad y enfermedad.

El modelo de Bismarck fue la base para los sistemas de pensiones conocidos como Beneficio Definido en donde, como su nombre lo indica, se conoce a priori el monto de la pensión (beneficio) a recibir, el cual consiste en un porcentaje sobre el último sueldo percibido en la etapa activa. Este esquema fue posteriormente replicado en todo el mundo comenzando por Estados Unidos (1935), Reino Unido, (1941), Francia (1946) y México (1943), entre otros.

Los sistemas de Beneficio Definido se distinguen por ser intergeneracionales, es decir, el pago de las pensiones se financia con las aportaciones de los trabajadores en activo. Esta característica de dependencia en la estructura demográfica de sus afiliados lo lleva a ser cuestionado desde su creación (Dilley, M. 1938) y finalmente a su decadencia.

A partir de 1970 surge el movimiento neoliberal y con él un impulso de la inversión privada y la descentralización del Estado afectando, entre otros rubros, a los sistemas de pensiones en el mundo y dando lugar al actual modelo de Contribución Definida en donde la pensión a recibir está en función de las aportaciones periódicas que se depositen en la cuenta del trabajador de manera individual.

El primer país que adopta el nuevo esquema de pensiones fue Chile en el año de 1981; posteriormente este concepto se expande a países como Bolivia (1997), El Salvador (1998), Nicaragua (2000) y República Dominicana (2003), entre otros.

En México, la adopción del sistema de Contribución Definida se dio el 1 de julio de 1997 y aplicó de manera exclusiva a los nuevos afiliados del IMSS, posteriormente

se dio la reforma para el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) en 2007 y para Petróleos Mexicanos (PEMEX) en 2017 con sus propias adecuaciones.

A pesar de la rápida y amplia difusión de este modelo alrededor del mundo, no ha estado exento de críticas, sus detractores afirman que los montos de pensión resultan insuficientes, situación que en el caso de México resulta evidente al ser, de acuerdo con estudios de la OCDE (2015), uno de los países con menor ingreso pensionario proyectado.

Pero esta situación, lejos de ser un estimado, es ya una realidad en Chile en donde a pesar de realizar aportaciones de mayor monto que en México y presentar rendimientos adecuados en sus fondos de inversión, los estragos se han hecho presentes en las pensiones entregadas a los trabajadores chilenos que son menores de lo esperado y que reflejan la necesidad de modificar el esquema.

1.1.2. Sistema de Contribución Definida en México

La entrada en vigor del sistema de Contribución Definida en México no se aplicó de manera universal y aún persisten diversas modalidades en sistemas de pensiones que varían en cuanto a su forma de ser administrados, sin embargo, se destaca por su nivel de cobertura el IMSS que abarca una población de 20 millones de trabajadores; es decir aproximadamente el 36% de la población económicamente activa según datos de la CONSAR (2018).

Por ser un sistema planteado bajo las teorías neoliberales, el nuevo esquema requirió la creación de una figura descentralizada que suplantara las funciones del IMSS dando lugar a las AFORE, que son instituciones financieras privadas responsables de administrar los recursos de los trabajadores a través de Fondos de Inversión conocidos como SIEFORE.

Pero no solamente se traspasa la función del manejo de los recursos, también se reestructuran las fuentes de financiamiento y los sistemas de pago. Bajo el esquema de Contribución Definida desaparece el financiamiento intergeneracional que imperaba anteriormente, ahora el trabajador asume la responsabilidad de elegir una AFORE que administrará las aportaciones efectuadas por el gobierno, el empleador y

el propio trabajador en una cuenta individual a su nombre y cuyo saldo final determinará el monto de la pensión a recibir. Cuando el trabajador decide pensionarse y cumple con los requisitos, deberá acercarse a su AFORE quien utilizará el saldo acumulado en su cuenta para contratar un esquema de pago de pensión ya sea por medio de una renta vitalicia o retiros programados.

En el primer caso, una aseguradora autorizada recibirá los recursos acumulados en la cuenta del trabajador y a cambio adquiere el compromiso de pagar periódicamente, durante la vida del pensionado, una renta o pensión que está en función del monto ahorrado. Por otro lado, en el caso de los retiros programados, los recursos de la cuenta permanecen invertidos en la AFORE seleccionada por el trabajador, la cual deberá calcular cada año el monto de la pensión a entregar sobre la base del saldo pensionario hasta agotar sus recursos.

Sin importar el esquema elegido, las proyecciones indican que, a diferencia del sistema de Beneficio Definido, bajo el nuevo esquema nunca se logrará que la pensión a recibir sea igual o al menos cercana al último salario percibido durante la etapa en activo.

Por lo anterior, se dice que el sistema de Contribución Definida supone una transferencia de riesgo del gobierno hacia el trabajador, ya que éste último deberá formar parte activa de la planeación de su etapa de jubilación ya sea mediante la programación de aportaciones voluntarias adicionales o bien la adquisición de planes personales de retiro y de esta manera garantizar un retiro digno de acuerdo con sus expectativas.

a. Aspectos Legislativos y Operativos de las AFORE en México

En México, el esquema de pensiones de Contribución Definida se rige por la Ley de Sistemas de Ahorro para el Retiro (LSAR) que a través de la CONSAR coordina, regula, supervisa y vigila a los participantes del sistema.

Los requisitos para acceder a una pensión son simples, basta con que el trabajador cuente con 65 años cumplidos y haya cotizado 1,250 semanas ante el IMSS. El monto de la pensión a recibir dependerá de la cantidad y magnitud de las aportaciones realizadas en la cuenta de cada trabajador más los rendimientos

generados al invertir las aportaciones menos las comisiones cobradas por las AFORE, entre otros factores.

En México, para los afiliados al IMSS, el monto de las aportaciones se ubica en 6.5% sobre el Salario Base de Cotización (SBC) con el que fue dado de alta cada trabajador ante el IMSS y es de carácter obligatorio de manera conjunta entre el empleado, el empleador y el gobierno.

La tabla 1 muestra un desglose de las aportaciones obligatorias por ley, también incluye el concepto de cuota social, el cual aplica únicamente para quienes perciben ingresos inferiores a 15 salarios mínimos y cuyo monto depende del salario del trabajador siendo adicional a la aportación del 6.5%. Por otro lado, el monto de las aportaciones tiene un tope de 25 salarios mínimos, en consecuencia, aquellos trabajadores cuyo ingreso sea superior a este nivel tendrán aportaciones proporcionalmente menores al 6.5% sobre su SBC.

Tabla 1. Aportaciones al Sistema de Retiro

Concepto	Patrón	Trabajador	Gobierno	Total
Retiro	2.00%	0.00%	0.00%	2.00%
Cesantía en Edad Avanzada y Vejez	3.15%	1.125%	0.225%	4.50%
Cuota Social	0.00%	0.00%	~0 - 6.29%	~0 - 6.29%

Fuente: Elaboración propia con base en información de la CONSAR (2018).

Para invertir los recursos en instrumentos financieros, cada AFORE debe contar con al menos cinco SIEFORE que son los fondos de inversión a través de los cuales las AFORE invierten las aportaciones de los trabajadores. El rendimiento generado depende de la estrategia de inversión de la AFORE elegida por el trabajador y la SIEFORE en la que de acuerdo con su edad se encuentre invertido su dinero.

La inversión de los recursos por parte de la SIEFORE debe acatarse en todo momento a las reglas de inversión de carácter general que establezca la CONSAR, previa opinión del Banco de México (Banxico), la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y del Comité Consultivo y de Vigilancia. Dichas reglas obedecen a dos objetivos básicos de las SIEFORE que, por un lado, deben otorgar seguridad y

rentabilidad a los recursos de los trabajadores, dando acceso a una amplia gama de productos nacionales e internacionales siempre orientados hacia generar rendimientos atractivos y, por otro lado, cumple con el propósito de fomentar el desarrollo de la actividad productiva nacional, la generación de empleo, vivienda, desarrollo de infraestructura estratégica y desarrollo regional a través de la inversión de las SIEFORE en estos rubros.

La tabla 2 muestra un resumen de los límites de inversión por producto y por SIEFORE, también incluye un renglón que estipula el rango de edad que por Ley debe tener un trabajador para pertenecer a una determinada SIEFORE, aunque si el trabajador lo desea puede mover sus recursos a otro fondo previa solicitud a la AFORE.

Tabla 2. Límites máximos de inversión por SIEFORE y rango de edad del trabajador

Tipo Instrumento	SB4	SB3	SB2	SB1	SB0¹
Valores Gubernamentales	100%	100%	100%	100%	100%
Valores Extranjeros	20%	20%	20%	20%	0%
Renta Variable	45%	35%	30%	10%	0%
Deuda Nacional	30%	20%	15%	10%	0%
Instrumentos Estructurados	20%	20%	15%	10%	0%
FIBRAS ² y Vehículos de inversión inmobiliaria	10%	10%	10%	5%	0%
Mercancías	10%	10%	5%	0%	0%
Protección Inflacionaria	100%	100%	100%	100%	100%
Edad (años)	<36	37-45	46-59	>60	>60

Fuente: Elaboración propia con base en Disposiciones de Carácter General que establecen el régimen de inversión al que deberán sujetarse las SIEFORE.

¹ SIEFORE para trabajadores próximos a realizar retiros totales por pensión o negativa de pensión.

² Fideicomisos de Inversión en Bienes Raíces.

Cabe señalar que los límites presentados en la tabla 2, corresponden a los porcentajes máximos de participación por tipo de instrumento, quedando a discreción de cada AFORE y su comité de inversión la estrategia de inversión a seguir, así como

de su comité de riesgos la obligación de vigilar el cumplimiento a los límites, políticas y procedimientos de administración de riesgos.

La diferencia entre las cinco SIEFORE radica en los límites de inversión asignados a los productos de mayor riesgo tales como, Renta Variable, Deuda, Estructurados, Fideicomisos de Inversión en Bienes Raíces (FIBRAS) y Mercancías, en donde, como podemos apreciar en la tabla, a medida que se acerca la edad de jubilación las inversiones se tornan más conservadoras reduciendo la exposición en estos productos.

Para mayor detalle sobre límites y tipos de productos permitidos en el régimen de inversión de las SIEFORE se recomienda consultar las Disposiciones de carácter general que establecen el régimen de inversión al que deberán sujetarse las SIEFORE. En tal documento también se incluye información sobre calidad crediticia de las contrapartes y parámetros de riesgos que deben ser tomados en cuenta para conformar la cartera de inversión.

b. Desempeño de las Fondos de Pensión en México

Un concepto ampliamente utilizado para medir el nivel de efectividad de un sistema de pensiones es la Tasa de Reemplazo, que consiste en el cociente de la pensión mensual a recibir sobre el último salario mensual percibido en activo, este concepto nos indica que proporción del último salario en activo se va a recibir en forma de pensión.

De acuerdo con estudios de la OCDE (2015), el valor de la Tasa de Reemplazo para México se ubica en 27% y representa uno de los valores más bajos a nivel internacional en donde el promedio ronda en una cifra de 63%.

La tabla 3 muestra un resumen de los valores obtenidos en cinco estudios de la Tasa de Reemplazo para México. Aunque los supuestos utilizados en cada investigación difieren y por ende el valor de la Tasa de Reemplazo también, los resultados sugieren un valor promedio de este indicador cercano a 22%, sin embargo, también podemos observar valores tan extremos como 7% y 74%.

La estimación más optimista de la Tasa de Reemplazo corresponde a los resultados de la CONSAR (2016) con un valor de 46%. Valores similares los

encontramos en Ibarra, G. (2006) quien estima tasas que rondan entre el 45% y 74%; sin embargo, Ibarra contabiliza la aportación a vivienda por lo que sobreestima el resultado y además es una investigación que se realizó bajo con información disponible al año 2006 por lo que difícilmente podemos considerar los resultados como vigentes al día de hoy.

Por otro lado, tenemos a Centeno, L. (2017) cuyo valor calculado se asemeja a lo reportado por OCDE estimando una Tasa de Reemplazo de 22%. En ambos casos, el periodo de tiempo analizado no va más allá del año 2012 por lo que deja fuera del análisis cambios importantes en el régimen de inversión, así como tampoco considera en el portafolio productos como FIBRAS, instrumentos estructurados, inversión extranjera, entre otros.

Finalmente, en una investigación realizada por Martínez, K. (2018), se utiliza información disponible desde 1997 hasta 2018 y se segmenta por género e ingreso encontrando que la Tasa de Reemplazo pudiera en ser de tan sólo un 7% sin considerar escenarios de pérdida extrema.

Tabla 3. Comparativo de Tasas de Reemplazo

Variable	CONSAR (2014)	OCDE (2015)	Ibarra, G. (2006)	Centeno, L. (2017)	Martínez, K. (2018)
Salario	3 SM ¹	2.5 SM ¹	0.5 SM ¹	Varios ²	Varios ²
Aportaciones					
Obligatorias ³	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
Voluntarias	No	No	No	No	No
Cuota Social	Si	No	No	Si	Si
Rendimientos	4%	4%	Variables	IRN ⁴	Histórico
Comisiones	0.0% ⁵	1.1%	NA	1.15%	1.1%
Edad de retiro	65 años	65 años	65 años	65 años	65 años
DC	100%	100%	100%	100%	Varía
Carrera Laboral	40 años	40 años	40 años	40 años	40 años
TR	46%	27%	45-74%	22%	7-23%

Fuente: Martínez, K. (2018).

¹ SM (Salarios Mínimos).

² El estudio contempla la totalidad de salarios de acuerdo a la ENIGH.

³ Las aportaciones obligatorias se realizan sobre el SBC y en el caso de la investigación de Ibarra incluye la aportación por INFONAVIT.

⁴ Indicador de Rendimiento Neto (IRN).

⁵ La comisión en el estudio de la CONSAR está de descontada del Rendimiento.

1.1.3. Causas y Consecuencias del desempeño de las AFORE

Hasta este punto, hemos analizado la evolución de los sistemas de pensiones en el mundo y específicamente como se ha implementado en nuestro país un sistema de Contribución Definida conociendo a grandes rasgos la organización del mismo y lo más importante, el desempeño observado en los Fondos de Pensión bajo el nuevo esquema. También hemos detectado un panorama poco alentador de la Tasa de Reemplazo en México que, conforme a las investigaciones revisadas, pudiera alcanzar valores tan bajos como 7% con un máximo de 23%.

En esta sección analizaremos dos aspectos importantes, por un lado, las variables que afectan la Tasa de Reemplazo y, por otro lado, las consecuencias de no realizar cambios al esquema de pensiones vigente.

a. Variables que inciden en el valor de la Tasa de Reemplazo

Entre las principales variables que afectan la Tasa de Reemplazo están el precario nivel de las aportaciones, el nivel salarial, la baja densidad de cotización (DC), el establecimiento de una edad de retiro temprana en relación con la expectativa de vida, las altas comisiones cobradas por las administradoras, el bajo nivel de rendimientos de los portafolios de las SIEFORE y la poca o nula participación en ahorro voluntario por parte de los trabajadores. Todas estas variables representan los retos presentados en el último informe de la CONSAR (2018).

En el caso de las aportaciones se considera una variable exógena puesto que es independiente del desempeño del sistema de pensiones y está ligada a aspectos políticos y económicos del país. La variable aportaciones también está relacionada con la carrera salarial del trabajador, su densidad de cotización y la edad de retiro.

La variable salario incide en el monto de la pensión ya que las aportaciones obligatorias representan el 6.5% del Salario Base de Cotización, luego entonces a mayor salario mayor aportación y por lo tanto mayor saldo pensionario. Sin embargo, la legislación en México topa las aportaciones a 25 Salarios Mínimos (SM) lo cual significa que aquellos que tengan ingresos superiores tendrán aportaciones menores al 6.5% de su salario.

Desafortunadamente, de acuerdo con información de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia (AMAI, 2018), la estructura de ingresos en México indica que solamente el 4% de la población recibe ingresos superiores a 25 SM mientras que el 76% de la población percibe menos de 5 SM. Estos valores resultan relevantes si consideramos que el gobierno debe aportar una cuota social para los trabajadores con menos de 15 salarios mínimos. Aun así, las estimaciones consultadas (Martínez, K., 2018) indican que entre el 50% y 76% de la población alcanzarán pensiones por debajo de 1 SM para las cuales será necesario que el gobierno intervenga para cubrir la pensión mínima garantizada (PMG).

Incluso, si eleváramos la variable de aportaciones al doble, es decir al 13%, en algunos de los casos lo único que se lograría sería liberar al Estado de la carga impuesta por la pensión mínima garantizada pero las pensiones seguirían ascendiendo a 1 SM; esto sin considerar que ante un alza del nivel de aportación existe la probabilidad de aumentar también el grado de informalidad, afectando la densidad de cotización que es otra variable que incide en el cálculo del monto de la pensión.

La variable Densidad de Cotización se refiere al tiempo en que un trabajador cotiza ante el IMSS respecto al total de años laborados. En México, según datos de Castañón (2017) los trabajadores presentan bajas densidades de cotización que se ubican en 42.9% en promedio siendo este valor menor en el caso de las mujeres, los trabajadores de menor ingreso y las personas de mayor edad. La densidad de cotización afecta el monto de la pensión puesto que impacta el número de semanas cotizadas y por lo tanto de aportaciones recibidas en la cuenta del trabajador. Como es de esperarse, entre menor cantidad de aportaciones, menor pensión.

La variable densidad de cotización está ligada también a la edad de retiro que por regulación es de 65 años pudiendo reducirse a 60 años siempre y cuando se cuente con 1,250 semanas cotizadas en el sistema. Sin embargo, la esperanza de vida se ha incrementado y los sistemas de pensiones no están diseñados para otorgar pensiones por periodos de tiempo prolongadas dando lugar al riesgo de longevidad o supervivencia.

Por otro lado, tenemos las variables endógenas, las cuales dependen de la gestión interna de las administradoras de fondos y, por lo tanto, suponen un mayor

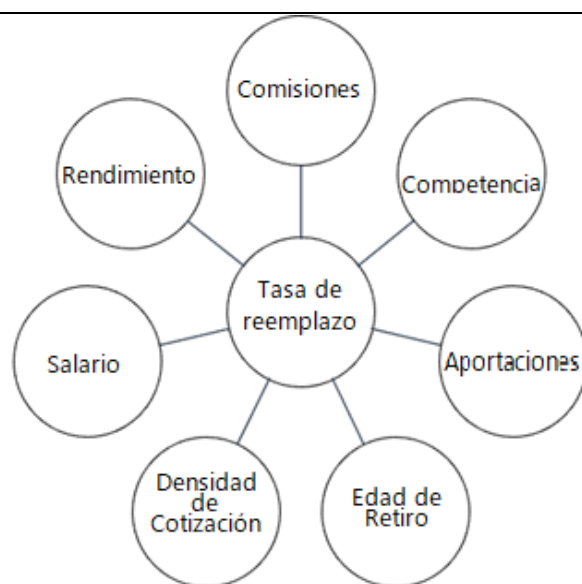
margen de maniobra. En este grupo se encuentran la variable comisión y los rendimientos.

En cuanto a la variable comisión, ésta ha cambiado su metodología de aplicación desde la incorporación del sistema de contribución definida. En un principio podía aplicarse sobre saldo, aportaciones o rendimiento, pero en el año 2008 se unificó la metodología a comisiones sobre saldo. A pesar de que la tendencia del costo por comisión ha ido a la baja acercándose a un valor del 1% aún representa un monto importante ya que se aplica sobre todo el saldo pensionario acumulado en la cuenta del trabajador sin importar si su cuenta sufre minusvalías.

Finalmente, la variable rendimiento depende completamente de las decisiones de inversión de los administradores siempre respetando el régimen impuesto por la legislación. De acuerdo con la CONSAR, para el año 2017 se presentó un rendimiento nominal promedio de 9.84% o bien 3.62% real considerando una inflación de 4.99% y comisiones de 1%. Sin embargo, no siempre se presentan rendimientos positivos, el año 2008 presentó por primera vez rendimientos negativos y esta situación se repitió en 2013 y 2015 para algunas SIEFORE.

La figura 1 muestra la relación entre las variables mencionadas en esta sección sobre la Tasa de Reemplazo.

Figura 1. Mapa conceptual de estudio de los sistemas de Pensiones



Fuente: Elaboración propia (2018).

b. Consecuencias de no implementar cambios en el sistema

El objetivo de todo sistema de pensiones es proveer a los ciudadanos de recursos monetarios suficientes para alcanzar un nivel de vida satisfactorio cuando éstos llegan a su etapa de retiro ya sea por invalidez, vejez o cesantía en edad avanzada.

Sin embargo, tanto el comportamiento observado de las variables que inciden en el cálculo de la Tasa de Reemplazo, como las estimaciones realizadas sobre este métrico, señalan un riesgo en la consecución de este objetivo.

En los estudios analizados anteriormente podemos concluir que si eliminamos los valores de la OCDE y CONSAR por tener densidades de cotización poco realistas del 100% y la de Ibarra por considerar las aportaciones de vivienda nos quedamos con una Tasa de Reemplazo en un rango de 7% a 23% concluyendo que el sistema de pensiones en México a través del sistema de Contribución Definida no vislumbra un nivel de eficiencia satisfactorio.

Con la información obtenida hasta este punto, podemos afirmar que la Tasa de Reemplazo estimada para los afiliados a las AFORE se encuentra no sólo en los niveles más bajos a nivel internacional, sino que el escenario pudiera ser aún peor considerando los factores que afectan de manera adversa el desempeño de las variables que inciden en su cálculo.

La necesidad de un cambio es incuestionable, preservar el sistema con la configuración actual afecta entre otros a los siguientes rubros: 1) representa una carga fiscal para el Estado quien deberá proveer de pensión mínima garantizada para un alto porcentaje de la población que de acuerdo con Martínez asciende a 76% de la población, 2) representa un riesgo de caer en situación de pobreza para los pensionados bajo este nuevo régimen quienes deberán contar con medios adicionales para solventar sus necesidades, y finalmente, 3) constituye un factor de desaceleración para la economía durante los próximos años.

1.2. Planteamiento Teórico del Problema de Investigación

Como hemos visto a lo largo de este documento, la implementación del sistema de Contribución Definida en México ha traído nuevos retos para las administradoras

de fondos de pensiones que se traducen en acciones encaminadas a incrementar la Tasa de Reemplazo.

Existe una serie de variables que se pueden modificar para lograr este objetivo tales como nivel de aportaciones, salarios, densidad de cotización, rendimientos, comisiones, edad de retiro, etc., sin embargo, la presente investigación dirigirá sus esfuerzos sobre la generación de rendimientos a través del análisis de portafolios de inversión.

Lo anterior coincide con uno de los retos expresados por la CONSAR (2018) que consiste en elevar los rendimientos generados en las SIEFORE a través de la correcta configuración de los portafolios de inversión.

Como hemos visto, el portafolio de inversión de las SIEFORE está conformado por Valores Gubernamentales, Valores Extranjeros, instrumentos de Renta Variable, instrumentos de Deuda, Instrumentos Estructurados, FIBRAS y Vehículos de inversión inmobiliaria, Mercancías y finalmente, instrumentos de Protección Inflacionaria.

La inversión en estos productos por parte de las SIEFORE está basada en un modelo de inversión conocido como Fondos de Ciclo de Vida (FCV) sin llegar a ser uno como tal. En un FCV, los activos del portafolio de inversión se someten a mayores riesgos durante los primeros años laborales a favor de mayores rendimientos y esta situación se revierte al acercarse la edad de jubilación en donde se prefiere sacrificar el retorno manteniendo inversiones de bajo riesgo.

En el caso de las SIEFORE en México, la implementación del FCV requirió la creación de cinco fondos o cinco SIEFORE en donde se van migrando los fondos de los trabajadores a medida que alcanzan cierta edad. Sin embargo, para el año 2020 se prevé la implementación de 10 FCV en donde no sea necesario realizar este traspaso de recursos.

En este aspecto, la revisión de literatura sugiere una falta de consenso, mientras que algunos autores se inclinan por mantener un alto porcentaje de inversión en renta variable durante los primeros años de acumulación y posteriormente reemplazarlos por instrumentos de deuda, otros autores consideran que esta estrategia es ineficiente y apoyan modelos de trayectorias inversas donde durante los primeros años se invierta

en deuda y posteriormente, cercanos a la etapa de jubilación, se busquen inversiones de mayor rendimiento y riesgo como renta variable.

Otros autores son más específicos en los cambios que deben implementarse en los fondos de inversión y señalan la importancia de elevar la inversión extranjera, tal es el caso de la OCDE quien en los últimos años se ha promulgado a favor de incrementar el límite en estos productos como medida de diversificación.

En el extremo opuesto, encontramos investigadores que apoyan la inversión doméstica como resultado del desarrollo de mercados internos y la globalización en el mercado financiero. Otros más impulsan la inversión en instrumentos basados en bienes raíces como son las FIBRAS.

Todas investigaciones cuentan con argumentos válidos para favorecer cierta clase de activo y esto ha dado lugar a que se hayan implementado diversas modificaciones en el régimen de inversión a lo largo del tiempo que ha estado vigente el modelo de Contribución Definida; sin embargo, pesar de los cambios realizados, los resultados no indican una mejoría significativa en los rendimientos producto de estas reformas.

En esta sección se revisarán los principales estudios que analizan la influencia del régimen de inversión sobre el nivel de eficiencia de los fondos de pensiones, así como también diversos indicadores para medir su desempeño.

1.2.1. Teorías del fenómeno a estudiar

El análisis de rendimiento para los portafolios ha sido estudiado a través de diversas metodologías, la más común y de mayor antigüedad ha sido la construcción de fronteras eficientes basadas en la teoría de Markowitz (1952) en donde se grafican el rendimiento y la varianza de diferentes portafolios de inversión con el fin de encontrar aquel que optimice la relación riesgo-rendimiento. La teoría de Markowitz se basa en el concepto de diversificación el cual afirma que se puede reducir el riesgo de la inversión si se invierte en dos o más activos financieros cuyo comportamiento tenga una baja correlación.

Esta teoría, ha sido la base sobre la cual se sustenta la regulación de los fondos de pensiones, en donde se ha permitido, aunque con ciertas limitantes, la

incorporación de diversos activos entre ellos renta variable, inversión extranjera e inversiones en bienes raíces.

Al respecto, la CONSAR afirma que la inversión extranjera ha sido uno de los instrumentos que mayor impacto positivo ha tenido en el desempeño de los fondos (CONSAR, 2015). Sin embargo, en la revisión de literatura vemos opiniones encontradas sobre la relevancia de este activo sobre el comportamiento de los fondos de pensiones.

Por un lado tenemos estudios que apoyan la diversificación a través la inversión extranjera entre los que destacan Brinson, G. (1995), Vittas, D. (1996), Uttof, A. (1997), Davis, E. P. (2002), Rivas-llosa, R. (2002), Hu, Y.-W. (2006) y Pfau, W. D. (2011); por otro lado, un número considerable de autores tales como Srinivas, P. S. (1999), Pereda, J. (2007), Ortiz, M. D. (2010), García, C. (2011) y Chirinos, M. (2015), no consideran que esta sea la mejor alternativa incluso afirman que es preferible mantener un elevado porcentaje de inversión doméstica.

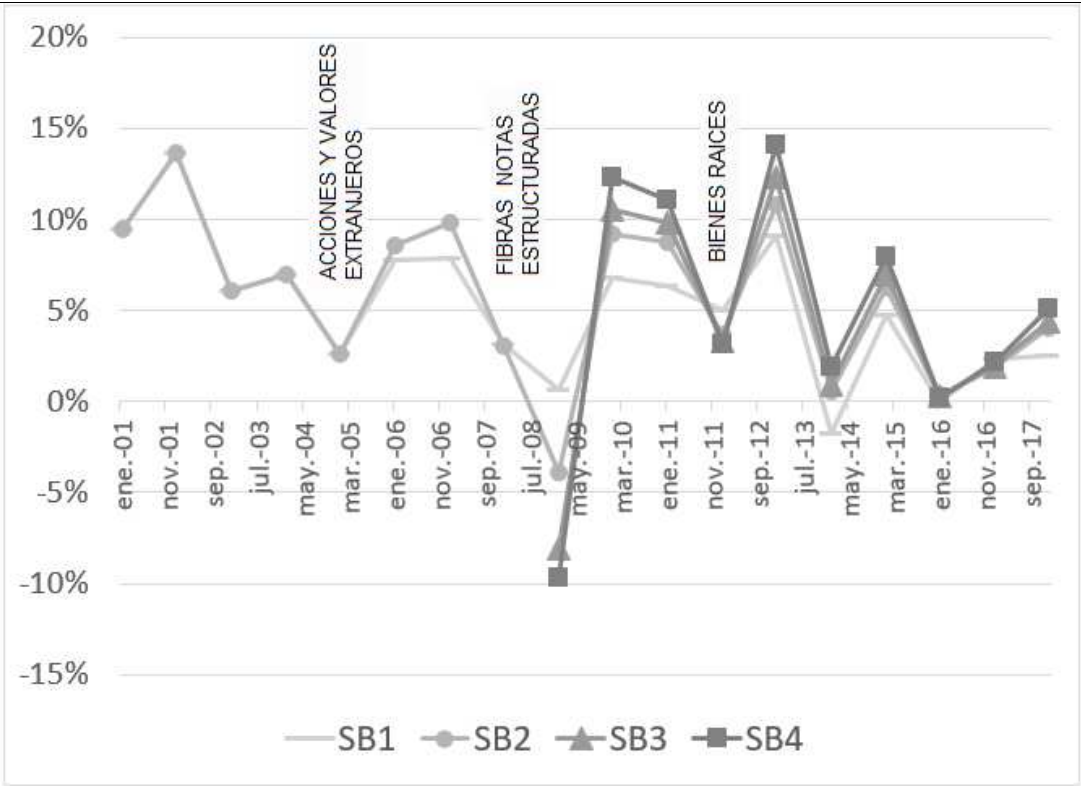
Es interesante notar como a medida que los estudios son más recientes apuntan hacia una menor dependencia de valores extranjeros. Un argumento para explicar lo anterior lo encontramos en el estudio de Chirinos (2015), quien analiza la correlación de los mercados financieros en el periodo de 2008 a 2010 afirmando que esta relación ha aumentado en años recientes provocando que el efecto positivo de la diversificación producto de las inversiones extranjeras disminuya.

En el caso de México, el régimen de inversión de las AFORE ha sufrido cambios desde su implementación en 1997 cuando se operaban únicamente divisas e instrumentos de deuda tanto gubernamentales como privados; posteriormente, en 2005 se autorizó la inversión en acciones y valores extranjeros; en el 2007 se incluyeron las FIBRAS y Notas Estructuradas; y finalmente, en el 2011 se incluyeron las inversiones en bienes raíces (CONSAR, 2018).

La figura 2 muestra el rendimiento real anual de las cuatro SIEFORE básicas desde enero de 2001 hasta septiembre de 2017 e identifica los puntos en los cuales se han añadido nuevos productos al régimen de inversión. En teoría se esperaría que a medida que se incorporan mayor variedad de activos al portafolio el rendimiento se viera favorecido, sin embargo, la figura 2 indica que en la práctica no ocurrió así, más

aún, el rendimiento anual ha disminuido lo cual pudiera ser coincidente con las conclusiones de Chirinos respecto al aumento en la correlación de los mercados o bien de Brinson, quien expone la dificultad de los administradores para otorgar buenos resultados si se parte de portafolios altamente restringidos por límites de inversión como es el caso mexicano.

Figura 2. Rendimientos reales de SIEFORES



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CONSAR (2018).

A pesar de que la tendencia no muestra una mejoría significativa en el rendimiento de los fondos de pensión, cuando analizamos a detalle el rendimiento real acumulado desde el 2007 expresado en forma anualizada y su volatilidad a través de la desviación estándar, observamos un mejor desempeño en la SIEFORE SB4 en relación con el resto de las SIEFORE.

La cuarta columna de la tabla 4 nos muestra el cociente de la tasa de rendimiento sobre la desviación estándar en donde la SIEFORE SB4 obtiene el valor más alto implicando mayor eficiencia al otorgar más rentabilidad por unidad de riesgo.

Lo anterior es de esperarse si consideramos que la SIEFORE SB4 es la que tiene mayor flexibilidad en cuanto a los límites de inversión permitiendo la colocación de los recursos en una mayor variedad de productos.

Tabla 4. Rendimientos anuales promedio de las SIEFORE

SIEFORE	Tasa real	Desviación Estándar	Tasa/Desviación
SB4 ¹	3.04%	68.35%	4.45%
SB3 ¹	2.53%	67.58%	3.75%
SB2 ²	2.18%	66.80%	3.26%
SB1 ²	1.66%	64.92%	2.55%

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la CONSAR (2017).

Por otro lado, la tabla 5 muestra el resultado de un análisis publicado por la CONSAR realizado con información del 2017 en donde se desglosa la contribución por tipo de activo sobre el rendimiento total y se encontró que la inversión extranjera ha contribuido con casi una tercera parte del rendimiento observado, el cual se ubicó en 9.84%.

Tabla 5. Atribución de rendimientos por tipo de instrumento

Instrumento	Promedio
Renta Variable Extranjera	2.89%
Udibono	2.01%
Privados Nacional	1.59%
Bonos M	1.17%
Otros Gubernamentales	0.84%
Renta Variable Nacional	0.57%
Otros	0.78%
Rendimiento de Mercado	9.84%

Fuente: Elaboración propia con base en publicación de la CONSAR con información del 2017.

Dado lo anterior, es de esperarse que una de las recomendaciones de la OCDE hacia los fondos de pensiones haya sido elevar el límite de participación de la inversión extranjera en las carteras que actualmente asciende a 20% para todas las SIEFORE

excepto la SB0. Sin embargo, algo que no se menciona en el estudio es que el segundo instrumento que más contribuye al rendimiento de mercado son los Udibonos, cuya volatilidad en teoría debe ser menor que la renta variable extranjera.

1.3. Pregunta Central de Investigación

Los estudios analizados en la sección anterior parten de distintos contextos; por un lado, se realizaron en diferentes periodos de tiempo y, por otro lado, aplican para diferentes economías. Lo anterior es quizá la causa por la cual presentan resultados y recomendaciones en algunos casos contradictorias.

No obstante, resulta evidente que la conformación de una cartera de inversión es un proceso dinámico que debe adaptarse constantemente a los cambios del entorno y es justamente esta la razón por la cual, estudios como este deben renovarse continuamente.

Por esta razón y ante la falta de consenso sobre la configuración del régimen de inversión de los fondos de pensiones cabe cuestionarse ¿ha sido eficiente el régimen de inversión establecido en México para las AFORE? ¿han sido utilizado de manera eficiente estos límites por parte de las AFORE? y finalmente, ¿Qué cambios, de ser necesarios, deberían implementarse en el régimen de inversión de las AFORE para hacerlo más eficiente?

Por lo anterior, el propósito de este estudio es doble, por un lado, determinar si es necesario revisar los límites de inversión establecidos por la autoridad en México y de ser necesario contar con evidencia científica para modificarlos y, por otro lado, cuantificar el nivel de eficiencia de las SIEFORE vigentes y encontrar el punto óptimo en la conformación del portafolio.

1.4. Objetivo General de la Investigación

De acuerdo con el análisis de la literatura, se encuentra evidencia que sugiere poca eficiencia en la asignación de activos de inversión en los países analizados por lo que, a pesar de no contar con investigaciones aplicadas en México, se estima que no sea del todo diferente a sus contrapartes en Latinoamérica.

Los datos que la CONSAR provee para México sugieren la necesidad de incrementar la inversión extranjera; sin embargo, decir que dichos activos aportan un

cuarto de la rentabilidad de las SIEFORE es ver solamente una parte de la situación, es importante también observar a costa de que riesgo se obtuvo este valor y si es una situación temporal propia del periodo analizado ya que como se mencionó anteriormente, los Udibonos presentan también una contribución importante de 2.01 puntos porcentuales y al ser un instrumento de naturaleza poco volátil surge la incógnita sobre cual instrumento es más atractivo y qué proporción se debería asignar a cada uno dentro de la cartera de inversión.

Dado lo anterior, el objetivo general de la presente investigación se centra en determinar si el régimen de inversión de las SIEFORE establecido por la autoridad en México contribuye a la creación de portafolios eficientes; es decir, aquellos que minimicen la relación riesgo-rendimiento. De este análisis se desprenderá de manera secundaria información relevante sobre la eficiencia en el manejo de las inversiones por parte de las distintas SIEFORE en el mercado.

Cabe señalar que nos centraremos en la SIEFORE SB4 dado que cuenta con el régimen de inversión más flexible que incluye mayor cantidad de productos y, por lo tanto, los resultados se pueden extender hacia el resto de las SIEFORE.

1.4.1. Objetivos Metodológicos de la Investigación

Para lograr el objetivo general de esta investigación, que consiste en determinar si el régimen de inversión de la SIEFORE SB4 establecido por la autoridad en México contribuye a la creación de portafolios eficientes, se prevé realizar las siguientes actividades:

- a) Seleccionar un método de análisis para evaluar los portafolios de inversión. Existen diferentes métodos tales como portafolio de mínima varianza, redes neuronales, algoritmos genéticos entre otros;
- b) Seleccionar los activos o índices que se utilizarán para el cálculo de los portafolios óptimos de inversión, esto debido a la gran cantidad de instrumentos financieros en el mercado que están calificados para ser parte del portafolio de inversión;
- c) Elegir un indicador como criterio de selección para determinar si el portafolio es eficiente o no;

- d) Con base en el análisis, determinar posibles cambios en los límites para proponer un portafolio eficiente;
- e) Evaluar el desempeño de las diferentes SIEFORES en el mercado de acuerdo con el indicador de eficiencia seleccionado en el inciso c);

Cada uno de estos objetivos metodológicos permitirá alcanzar el objetivo general de la investigación al tomar una postura en cuanto a la conveniencia de elevar los límites de inversión extranjera o bien el de cualquier otro activo permitido a la fecha de realización del presente estudio bajo la regulación mexicana vigente.

1.4.2. Objetivos Específicos de la Investigación

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación se requiere realizar el análisis de portafolio bajo diferentes supuestos, en los cuales se refleje el impacto de eliminar la totalidad de los límites vigentes de manera conjunta y de forma individual, es decir, por tipo de producto con la finalidad de determinar si su liberación contribuye a la creación de portafolios más eficientes con mayores rendimientos y menores riesgos. De lo anterior se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- a) Determinar si las SIEFORE con sus inversiones y límites de inversión vigentes han utilizado de manera eficiente los límites en el régimen de inversión;
- b) Determinar si el límite de inversión en Renta Variable Nacional contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente;
- c) Determinar si el límite de inversión en Renta Variable Internacional contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente;
- d) Determinar si el límite de inversión en Deuda Nacional contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente;
- e) Determinar si el límite de inversión en Deuda Internacional contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente;
- f) Determinar si el límite de inversión en Mercancías contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente;
- g) Determinar si el límite de inversión en FIBRAS y Estructurados contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente;

Cada uno de estos objetivos implica realizar el ejercicio de análisis de portafolio considerando los límites vigentes y su eliminación para medir el impacto de una posible reforma.

1.5. Hipótesis General de Investigación

La presente investigación parte de la recomendación de la CONSAR y la OCDE en donde se establece la necesidad de elevar el límite de inversión en instrumentos extranjeros como medida de diversificación que contribuya a minimizar la relación riesgo-rendimiento.

También se sustenta con los resultados de la revisión preliminar de literatura en donde no se visualiza un consenso sobre la conformación del portafolio de inversión de los fondos de pensiones y que de acuerdo con algunos autores debiera promoverse un tipo de producto por sobre el resto.

Por lo anterior, el objetivo que se estableció para la presente investigación consiste en determinar si los límites impuestos actualmente en el régimen de inversión de la SIEFORE SB4 contribuyen a la creación de portafolios eficientes y, por lo tanto, la hipótesis de trabajo se enfocará en probar la eficiencia de los límites del régimen de inversión vigentes. De esta manera, nuestro estudio parte de la hipótesis de trabajo siguiente:

H₁: Un cambio en los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos.

Esta hipótesis va de la mano con los resultados encontrados en la revisión de literatura que sugiere la necesidad de modificar los límites actualmente impuestos en la regulación para elevar la relación de riesgo-rendimiento; dicho en otras palabras, esta hipótesis asume que al modificar las restricciones impuestas en el régimen de inversión se pueden formar portafolios de inversión que generen mayores o al menos el mismo rendimiento actual, pero a costa de menores riesgos.

De ser rechazada la hipótesis de trabajo implicaría que los bajos rendimientos observados en las SIEFORE obedecen a otros factores tales como límites de crédito

o bien a un manejo inadecuado de las carteras de inversión por parte de los administradores.

Posteriormente, en el capítulo 2 se enunciarán las hipótesis específicas en donde se probará esta relación para cada uno de los activos de inversión manteniendo la proporción del resto de los activos constante.

1.6. Metodología

Durante la revisión previa de literatura se identificaron como metodologías ampliamente utilizadas para el análisis de portafolios la técnica de mínima varianza de Markowitz, en conjunto con otros indicadores como el índice de Sharpe.

Probablemente, la popularidad de esta técnica se deba a que fue uno de los primeros análisis estadísticos con cierto grado de rigor científico que otorga credibilidad a los resultados y por otro lado a su relativa facilidad de implementación en cualquier procesador con hoja de cálculo. Justamente este último argumento nos lleva a elegir la metodología de Markowitz como referente para realizar esta investigación dejando para estudios posteriores la comprobación con metodologías más avanzadas.

El estudio se divide en dos fases. La primera consiste en un análisis de tipo descriptivo sobre la situación actual de las SIEFORES mediante información publicada por la CONSAR. El objetivo de esta primera etapa es proporcionar una visión general del comportamiento de los rendimientos de las SIEFORES respecto a la composición de los portafolios ofreciendo un soporte a las hipótesis planteadas.

La segunda etapa dará respuesta a las tres preguntas de investigación mediante la aplicación de la teoría de portafolios de mínima varianza de Markowitz: la primera pregunta de investigación establece lo siguiente ¿ha sido eficiente el régimen de inversión establecido en México para las AFORE?, esta pregunta nos permite determinar si existe posibilidad de alcanzar mejores rendimientos al modificar los límites de inversión permitidos y se responderá al calcular la frontera eficiente con y sin límites de inversión, si la curva se desplaza hacia la izquierda o hacia arriba al eliminar los límites aceptaríamos la hipótesis de trabajo puesto que estaríamos frente a la posibilidad de construir portafolios que generan los mismos rendimientos con

menores riesgos (en el primer caso) o bien mayores rendimientos con los mismos riesgos (segundo caso).

La segunda pregunta de investigación ¿ha sido utilizado de manera eficiente estos límites por parte de las AFORE? probará si la composición realmente observada en los portafolios de las SIEFORES ha sido eficiente dentro del marco de la presente investigación. Esta pregunta se resuelve al aplicar las ponderaciones por tipo de activo observadas para cada una de las SIEFORE vigentes al momento de realizar este estudio dentro de las matrices de cálculo del modelo de Markowitz, de tal manera que se obtenga una estimación de la volatilidad y el rendimiento de cada SIEFORE. Para obtener estas ponderaciones se hará uso de la información que publica mensualmente la CONSAR en un documento titulado Radiografía Financiera.

Si el resultado para alguna SIEFORE se ubica por debajo de la curva de la frontera eficiente calculada en el punto uno estaríamos presenciando una ineficiencia en la asignación de activos por parte de las SIEFORE que pudiera ser producto de tres factores: 1) la fijación de límites regulatorios, 2) una inadecuada administración o bien de 3) factores no considerados en este estudio tales como riesgo de crédito.

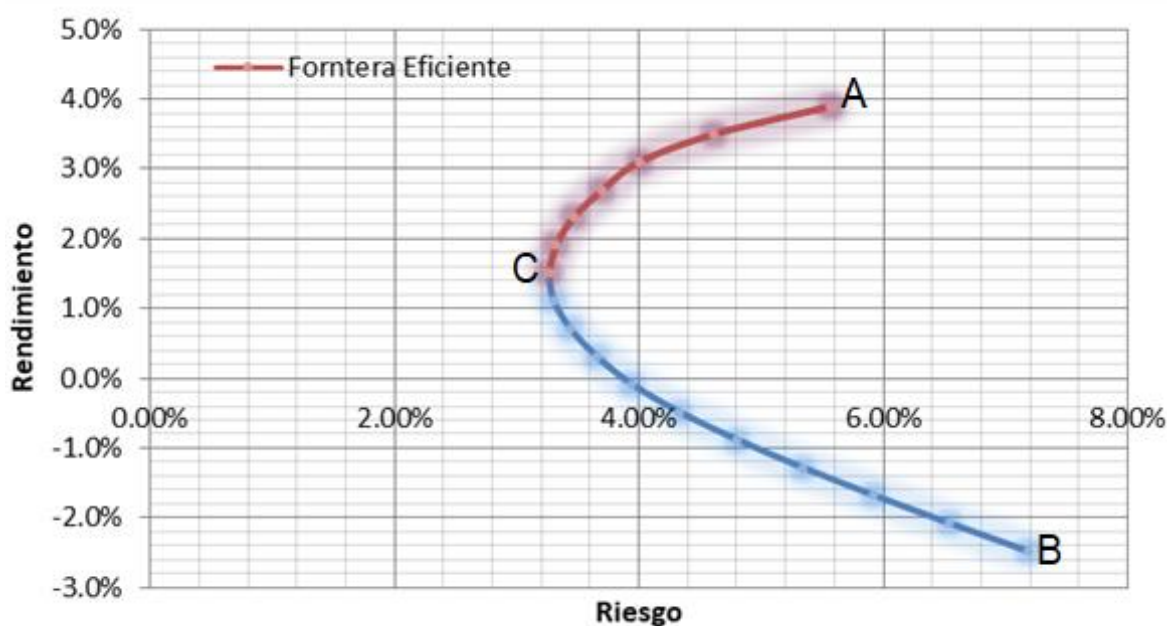
Finalmente, la tercera pregunta ¿Qué cambios, de ser necesarios, deberían implementarse en el régimen de inversión de las AFORE para hacerlo más eficiente?; para resolver este cuestionamiento se usarán los resultados de la primera pregunta, observando el consumo de límites recomendado y adicionalmente, se liberarán los límites uno a uno por tipo de producto con la finalidad de observar el impacto de cada activo en el nivel de eficiencia de los portafolios.

La figura 3 muestra de manera gráfica la aplicación de la teoría de portafolios de Markowitz para medir la eficiencia de las carteras de inversión de los fondos de pensiones en donde el eje horizontal representa el riesgo o volatilidad y el eje vertical el rendimiento del portafolio. Este gráfico se presenta sólo con fines ilustrativos y no corresponde a los resultados de la presente investigación.

De acuerdo con la hipótesis de trabajo se esperaría que los portafolios de las SIEFORE se ubicaran sobre la línea que une los puntos C y A, la cual representa las combinaciones de activos que conforman diferentes portafolios eficientes, es decir, aquellos en donde se maximizan el rendimiento por unidad de riesgo.

También esperaríamos que, al relajar los límites impuestos en la regulación, el resultado desplazara esta curva hacia la izquierda de tal manera que los riesgos disminuyeran para un mismo nivel de rendimiento o hacia arriba provocando mayores rendimientos ante mismos niveles de riesgo. Si esto llegará a ocurrir, estaríamos presenciando una oportunidad de mejora en la conformación del portafolio y de ser el caso del régimen de inversión establecido, comprobando la hipótesis de trabajo que implica ineficiencia en las inversiones actuales.

Figura 3. Modelo esquemático Frontera Eficiente



Fuente: Elaboración propia (2018).

Nota: Grafica elaborada con fines ilustrativos.

Por otro lado, para realizar el análisis de mínima varianza será necesario conocer que tipos de productos están permitidos operar bajo la legislación actual en las distintas SIEFORE, así como sus límites. Además, dado que existe un universo extenso de productos, será necesario seleccionar índices o instrumentos de referencia por tipo de producto, así como recopilar historias de sus precios o tasas según corresponda.

La tabla 6 muestra los activos de inversión permitidos conforme la regulación mexicana para cada una de las SIEFORE. Como puede observarse, desde la SIEFORE SB2 hasta la SB4 permite toda la gama de productos, sin embargo, como se verá más adelante, la SB4 contiene los límites más elevados razón por la cual será seleccionada para la realización de esta investigación.

Tabla 6. Activos de inversión de las SIEFORE en México.

Tipo Instrumento	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4
Valores Gubernamentales	SI	SI	SI	SI	SI
Valores Extranjeros	NO	SI	SI	SI	SI
Renta Variable	NO	SI	SI	SI	SI
Instrumentos en Divisas	NO	SI	SI	SI	SI
Instrumentos Bursatilizados	NO	SI	SI	SI	SI
Instrumentos Estructurados	NO	NO	SI	SI	SI
FIBRAS	NO	SI	SI	SI	SI
Protección Inflacionaria	SI	SI	SI	SI	SI
Mercancías	NO	NO	SI	SI	SI
Rango de Edad	60+	60+	46-59	36-45	<36

Fuente: Elaboración propia con base en información de la CONSAR (2018).

1.7. Justificación y aportaciones del estudio

La literatura sobre Sistemas de Pensiones en México se centra en investigaciones documentales de tipo cualitativo en donde se resalta la importancia de realizar el cambio de un sistema de beneficio definido a otro de contribución definida o bien sobre temas de educación financiera.

Entre los estudios encontrados de orden cuantitativo tenemos a Simmons, H. (2011) quien aborda el tema de comisiones; Vázquez, P. (2012) con análisis actuariales sobre el déficit fiscal del viejo régimen o bien sobre estimaciones de la Tasa de Reemplazo (CONSAR, 2018).

Con respecto al tema de régimen de inversión, éste ha sido abordado poco para el caso de México. Entre los autores destacados tenemos a Banda, H. (2012) quien construye un portafolio hipotético con base en la teoría de Markowitz, pero sin

considerar las restricciones impuestas por la regulación y considerando como activos las diferentes SIEFORE del mercado (SB0 a SB4) y García, M (2015), quien realiza un comparativo de retornos durante y después de la crisis 2008-2009 para las diferentes SIEFORE.

Sin embargo, ninguno de los estudios encontrados ofrece un análisis de la conformación del portafolio bajo los límites impuestos por regulación, información que si encontramos para países como Chile, Colombia, Estados Unidos, etcétera.

La importancia de realizarlo con datos de México radica en tres aspectos 1) de acuerdo con la OCDE, México se ubica en los más bajos niveles de Tasa de Reemplazo a nivel internacional; 2) México representa la segunda economía más grande de América Latina después de Brasil (FMI, 2018); y finalmente 3) México fue de los últimos países de América Latina en implementar el sistema de contribución definida; por lo tanto, los pocos estudios disponibles no cuentan con suficiente información histórica.

En este documento se cubrirá información de diciembre de 2014 hasta noviembre de 2018 ya que es el período que ofrece información histórica para todos los activos permitidos en la regulación que serán utilizados en la construcción de la frontera eficiente.

Se espera que los resultados brinden información relevante para los administradores de fondos de retiro al tomar decisiones sobre inversión y por otro lado para el gobierno al definir los lineamientos de inversión. También se espera que sea de interés para los trabajadores ya que les aportará información sobre la eficiencia de su AFORE y finalmente, para la comunidad académica aportará información que contribuirá a seguir desarrollando esta línea de investigación en el país.

1.8. Delimitaciones del estudio

La principal limitación de este estudio consiste en que existe una gran cantidad de productos que pudieran pertenecer a la cartera de inversión y que por cuestiones de procesamiento es imposible considerar. La estrategia por seguir ante este problema es utilizar índices de referencia para cada tipo de producto, sin embargo, dada la poca profundidad del mercado financiero mexicano, no se cuenta en todos los casos con

suficiente información histórica por lo que el periodo se acorta a tan solo 4 años (diciembre de 2014 a noviembre de 2018).

Por otro lado, a pesar de contar con cinco SIEFORE, cada una con reglas de inversión distinta, nos enfocaremos únicamente en la SIEFORE SB4 ya que, por estar diseñada para los trabajadores más jóvenes, permite invertir en la mayor cantidad de productos y con límites más flexibles y, por lo tanto, las conclusiones obtenidas para este fondo serían trasladables al resto de las SIEFORE.

Es importante también considerar que este análisis se limita a considerar únicamente los factores de mercado dejando fuera las reglas establecidas por la autoridad relacionadas con el riesgo de crédito y su influencia en la configuración del portafolio de inversión.

Finalmente, la investigación se está realizando con base en el marco jurídico aplicable durante la realización de esta tesis y con base en los parámetros establecidos en las variables seleccionadas.

1.9. Síntesis del Capítulo

En este capítulo se revisó el panorama general de los sistemas de pensiones desde sus orígenes a nivel internacional hasta su implementación en México, su funcionamiento y su principal reto que consiste en elevar la Tasa de Reemplazo.

Se mencionaron diversas variables que pudieran mejorar esta métrica destacando la importancia de generar mayores rendimientos a través de la adecuada conformación de los portafolios de inversión. Por otro lado, se identificó el modelo de mínima varianza de Markowitz como método para analizar el régimen de inversión de los fondos de pensión en México y eligiendo la SIEFORE SB4 como objeto de estudio.

De lo anterior se desprende el objetivo e hipótesis de la presente investigación que será determinar si el régimen de inversión de la SIEFORE SB4 en México contribuye a la creación de portafolios eficientes; es decir, aquellos que minimicen la relación riesgo-rendimiento. De no ser el caso, podríamos estar presenciando un caso de ineficiencia por parte de los administradores de los fondos o bien pudiera ser

producto de factores ajenos a los considerados en este estudio como el riesgo de crédito.

CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO

El capítulo 1 nos brindó un panorama general del sistema de pensiones en México que resulta poco alentador dadas las proyecciones de la Tasa de Reemplazo. El propósito de este capítulo es proveer un marco referencial sobre el régimen de inversión de los fondos de pensiones a nivel internacional basado en literatura seleccionada.

Este capítulo está dividido en tres secciones, en la primera se mencionan algunas metodologías utilizadas para medir el desempeño de los fondos de pensiones que van desde simples promedios hasta análisis más complejos de riesgo-rendimiento y análisis de ciclo de vida; en la segunda sección se abordarán las posturas de diferentes investigaciones que han estudiado el tema de régimen de inversión de diversos fondos de pensiones alrededor del mundo y finalmente, la tercera sección cierra con el establecimiento de las hipótesis específicas que servirán de guía para el presente estudio.

La investigación documental se realizó con base en la consulta de fuentes de información que ofrecen artículos en revistas especializadas: Web of Science, Proquest, Emerald, Elsevier y Social Science Research Network (SSRN), así como metabuscadores de información tales como: Scopus y Google Scholar.

El periodo de búsqueda de referencias científicas (artículos de investigación y otros documentos relevantes) es de 1980 a 2018, lo anterior considerando el periodo de inicio del régimen de contribución definida; sin embargo, se tomó en cuenta artículos de periodos anteriores basados en las referencias bibliográficas de los documentos seleccionados.

La búsqueda se realizó enfocado a las palabras claves de la investigación: AFORE, contribución definida y fondos de pensiones, (*AFORE*, Defined Contribution, pension funds).

2.1. Medición del desempeño de los fondos de pensiones

La medición del desempeño de cualquier fondo de inversión se obtiene en primera instancia a través del rendimiento generado por el portafolio el cual se encuentra intimamente ligado a la cartera de activos que lo conforman en donde a mayor rendimiento mejor desempeño. Sin embargo, dada la volatilidad del mercado, tomar decisiones con base en este valor únicamente podría llevarnos a conclusiones equivocadas.

Con la finalidad de captar el efecto de la volatilidad, la CONSAR ha establecido como referencia un indicador que promedia el rendimiento observado que va de 1 a 7 años, dependiendo de la SIEFORE. Este rango de tiempo permite captar los movimientos de mercado en un sólo número conocido como Indicador de Rendimiento Neto (IRN). Desafortunadamente, este tipo de métricos, que dicho sea de paso es ampliamente utilizado, sólo aporta información sobre el fondo en particular sin considerar el rendimiento generado por otras alternativas de inversión que permitan comparar realmente el desempeño del fondo.

A pesar de las deficiencias de un simple promedio como lo es el IRN, este tipo de medidas son aceptadas como indicadores de eficiencia a nivel internacional tanto por su simplicidad de cálculo como por su facilidad de comprensión. Sin embargo, en estudios formales pudimos encontrar métricas sofisticadas sin llegar a hacer excesivamente complicadas pero que ofrecen mayor información.

Un ejemplo de esto lo encontramos en Srinvas (1999) quien comparó los rendimientos y volatilidades para los fondos de pensiones existentes en Argentina, Colombia y Perú y tres índices de referencia contruidos por él para el período de 1987 a 1998, el primer índice consistió en el promedio del rendimiento observado en la industria de pensiones, el segundo estaba conformado por un portafolio de acciones y bonos y el tercero por el rendimiento promedio de los fondos mutuos de inversión.

Con esta simple pero acertada contribución, Srinvas fue capaz de detectar que los fondos de pensiones tienen un rendimiento menor a cualquier estrategia analizada y, por lo tanto, establece que existe una oportunidad para mejorar el rendimiento a través de la diversificación.

Estudios de desempeño más elaborados los encontramos en Banda, H. (2014), quien con información del 2009 al 2012, construye un portafolio que optimiza la relación riesgo-rendimiento para las aportaciones voluntarias en México, sin embargo, no considera los activos permitidos por la legislación y en lugar de esto los sustituye por los distintos fondos de inversión de las AFORE, dando como resultado un portafolio que asigna diferentes pesos a las distintas SIEFORE en el mercado. Sus resultados indican que es posible mejorar el rendimiento de los portafolios vía una adecuada diversificación.

Cabe señalar que dos años antes, este mismo autor realiza un estudio con la información de las SIEFORE en México para el periodo de Marzo de 2008 a Octubre de 2011 en donde mediante una combinación del método de la teoría de decisiones de Von Newman y Morgenstern con la paradoja de Ellsberg construye una lotería de distribuciones de probabilidad sobre los rendimientos de las SIEFORE y con esta información genera un estimado de pago ante las diferentes alternativas de inversión. El autor concluye que en todos los casos la mejor opción de inversión corresponde a la SIEFORE 1, es decir, el fondo más conservador, con menor diversificación y mayores restricciones en el régimen de inversión.

Un tipo de análisis alternativo y que recientemente ha tomado relevancia lo encontramos en Estrada, J. (2014) cuya investigación es un cuestionamiento hacia los esquemas de ciclo de vida en los que se basan las regulaciones impuestas a la mayoría de los fondos de pensiones, en donde las ponderaciones a los activos riesgosos van disminuyendo a medida que se acerca la etapa de jubilación y se sustituyen por inversiones más conservadoras. En su investigación, que se enfoca en portafolios de Europa y Estados Unidos para el periodo de 1900 hasta 2009 utilizando el métrico de Sharpe, Estrada encuentra que las estrategias opuestas generan mayor rentabilidad; es decir, el autor se inclina por asumir mayor riesgo durante la etapa cercana al retiro.

Investigaciones como las de Srinivas, Banda y Estrada dejan en evidencia una area de oportunidad para analizar el régimen de inversión de los fondos de pensiones dejando una línea de investigación abierta para realizar estudios que intenten explicar la composición óptima del portafolio de las SIEFORE.

2.2. Teorías y estudios aplicados al régimen de inversión en la Contribución Definida.

Las investigaciones revisadas en el punto anterior cumplieron doble objetivo para la realización de la presente investigación, por un lado nos mostraron las diferentes metodologías encontradas en la literatura para medir el desempeño de los fondos de pensiones y por otro lado, en su mayoría concluyeron que existe cierta ineficiencia en el manejo de los portafolios de inversión que conduce a rendimientos para los fondos de pensiones por debajo del promedio o la industria.

Este apartado explicará las diferentes corrientes y teorías desarrolladas por investigadores seleccionados y que tratan de explicar las ineficiencias detectadas en la definición de un portafolio de inversión.

Entre los primeros autores en hacer contribuciones académicas respecto al desempeño del régimen de inversión de los sistemas de pensiones basados en el modelo de Contribución Definida tenemos a Brinson, G. (1995), Vittas, D (1996) y Uttof, A. (1997). Sus estudios son revisiones críticas de tipo cualitativo sobre el desempeño observado ante la implementación del nuevo esquema de Contribución Definida y tienen una tendencia hacia promover la inversión extranjera derivado de la escasa oferta de productos financieros principalmente en los países en desarrollo.

En el caso de Vittas, el autor resalta los beneficios acarreados por el nuevo modelo de Contribución Definida en Chile, destacando el desarrollo de los mercados financieros locales a largo plazo y la innovación en productos de inversión. Vittas señala que existe una tendencia natural a invertir en instrumentos nacionales dado su fácil acceso y conocimiento del mercado por parte de los administradores de los fondos; sin embargo, reconoce la importancia de la diversificación a través de la inversión extranjera, principalmente en los países en desarrollo, derivado del bajo nivel de profundidad de los mercados financieros locales que se traduce en una oferta limitada de productos.

Por otro lado tenemos a Uttof (1997), quien también se enfoca en Chile, pero cuestionando la viabilidad del nuevo sistema de Contribución Definida y tratando de desmantelar algunos mitos sobre su superioridad. Entre sus conclusiones destacan que el nuevo sistema no cuenta con un mercado local desarrollado para generar

rendimientos atractivos y por lo tanto, no existe una diferencia en la composición del portafolio de inversión entre los diferentes proveedores generando que la competencia se centre en aspectos tales como publicidad y fuerza de ventas generando costos adicionales para los trabajadores.

Cabe señalar que estudios anteriores de Brinson (1995) coinciden en cierta manera con lo señalado por Uttof al analizar 82 fondos de pensiones en un periodo de 10 años y detectar que el uso de límites de inversión impide generar rendimientos superiores producto de las habilidades administrativas de los gerentes. A partir de estas ideas, podemos encontrar una cantidad relevante de estudios que analizan el impacto del régimen de inversión en el desempeño de los fondos de pensiones.

Tabla 7. Revisión Preliminar de la literatura

Autor	País	México	Método	Periodo	Inversión Extranjera
Banda, H. (2014)	México	Si	F.E. Markowitz	2009-2012	NA
Brinson, G. (1995)	USA	No	F.E. Markowitz	1977-1987	NA
Estrada, J. (2014)	Euro-USA 3 EME's y	No	Escenarios	1900-2009	NA
Davis, E. P. (2002)	10 OCDE	No	Escenarios	1970-1995	Si
Rivas-Ilosa, R. (2002)	Perú 16 EME's y	No	F.E. Markowitz- Sharpe	Abr-Sep 02	Si
Hu, Y.-W. (2006)	22 OCDE	Si	F.E. Markowitz	1966-2004	Si
Pfau, W. D. (2011)	26 países	Si	F.E. Markowitz	1988/98-06	Si
Srinivas, P. S. (1999)	Arg., Cl., Pe.	No	Benchmarks	1987-1998	No
Pereda, J. (2007)	Perú	No	F.E. Markowitz	1995-2004	No
Ortiz, M. D. (2010)	Chile	No	F.E. Markowitz	1995-2004	No
García, C. (2011)	Colombia	No	F.E. Markowitz	2003-2010	No
Chirinos, M. (2015)	Colombia	No	Correlación	1994-2010	No
Firstenberg et. al.,(1988)	U.S. US, Canada, Europa,	No	F.E. Markowitz	1978-1985	No
Andonov, A. (2013)	Australia	No	F.E. Markowitz	1990-2009	No

Fuente: Elaboración propia 2018.

La tabla 7 muestra una relación de autores seleccionados tanto a nivel nacional como internacional que han indagado en la configuración de los portafolios de inversión de distintos fondos de pensiones; incluye información sobre el país analizado, el método de análisis utilizado, el periodo que abarcó la investigación y su postura en cuanto a incentivar la inversión extranjera dado que ha sido uno de los temas recurrentes y recomendados por la OCDE.

En resumen, la tabla 7 nos muestra que los investigadores han dividido su postura respecto al régimen de inversión en cuatro vías que comprende en primer lugar, los instrumentos de renta variable, en segundo lugar la inversión extranjera, en tercer lugar la inversión doméstica y finalmente y más recientemente la inversión en bienes raíces. Las siguientes tres secciones describen investigaciones que analizan cada uno de estos activos y la conclusión a la que han llegado los autores.

2.2.1. Inversión en Renta Variable

La mayor cantidad de estudios relacionados con el régimen de inversión de los fondos de pensiones están enfocados en analizar el impacto de la renta variable sobre el desempeño del fondo.

Entre los autores que defienden la inversión en renta variable tenemos a Hu, Y. (2006) quien con una muestra bastante amplia de 38 países (16 Emergentes y 22 pertenecientes a la OCDE), casi 40 años de historia (1966 – 2004) y mediante el uso de la teoría de portafolios de Markowitz concluye que a mayor rendimiento requerido por los fondos de pensiones mayor la necesidad de incluir instrumentos de renta variable.

Posteriormente y retomando el punto de Hu, el autor Estrada J. (2014) analiza información para Estados Unidos y varios países de Europa en el periodo de 1900 a 2009. La teoría de Estrada contradice lo establecido por el modelo de ciclo de vida en el cual a medida que se acerca la fecha de jubilación, las inversiones tienden a ser menos riesgosas.

En su estudio, Estrada modifica los pesos asignados a un portafolio de dos activos (acciones y bonos), empezando con una inversión del 100% de los activos en acciones y a medida que avanza en el tiempo modifica esta proporción para acabar

con el 40% en acciones y 60% en bonos (estrategia de ciclo de vida); posteriormente hace una estrategia espejo (estrategia opuesta) iniciando ahora con un 100% en bonos y terminando con 40% en bonos y 60% en acciones.

A través de la razón de Sharpe, Estrada comprueba que, en todos los casos analizados, las estrategias opuestas ofrecen una mayor relación de rentabilidad por nivel de riesgo que los fondos de ciclo de vida, concluyendo que la estrategia tradicional resulta ineficiente y apoyando la inversión en renta variable a lo largo de la etapa de acumulación.

2.2.2. Inversión Extranjera

Las investigaciones de Hu y Estrada sugieren la necesidad de invertir en renta variable, sin embargo, en el caso de Estrada no se distingue entre inversión doméstica y extranjera mientras que Hu concluye que dependiendo del contexto del país analizado es el tipo de activo que se debe seleccionar.

Los estudios con información menos actualizada destacan los beneficios de la inversión extranjera como medio de diversificación. Esta situación será posteriormente refutada por una serie de autores que defienden la inversión doméstica y que revisaremos en la siguiente sección.

Entre los autores que toman postura a favor de la inversión extranjera como medio de elevar los rendimientos de los fondos de pensiones destacan Davis, E. P. (2002), Rivas-Ilosa, R. (2002), Hu, Y.-W. (2006) y Pfau, W. D. (2011).

El estudio que realiza Davis, E. (2002) es una recopilación documental de puntos de vista de otros autores entre los que destacan Vittas y Uttof sobre el impacto de la diversificación en los fondos de pensiones. El autor realiza un análisis por escenarios para diferentes países en el periodo de 1970 a 1995, en el cual calcula los pesos óptimos de los activos de inversión y aplica los rendimientos históricos observados concluyendo que, en general, a medida que se introducen activos extranjeros, el rendimiento del portafolio aumenta con una disminución considerable del riesgo. Davis se pronuncia a favor de un portafolio variado y que incluya inversión en el extranjero principalmente para países emergentes que son economías altamente volátiles, con alto riesgo de depreciación, con mercados financieros poco

desarrollados, altamente dependientes de una industria en específico y en general con bajos rendimientos.

Finalmente, Davis, resalta la importancia de la inversión extranjera al señalar que a medida que los sistemas de pensiones maduren y se acerque a la etapa de desacumulación (periodo en el cual comienzan a jubilarse los trabajadores), la volatilidad en los mercados domésticos se elevará afectando principalmente aquellos portafolios altamente concentrados en activos nacionales por lo tanto, la inversión extranjera es una excelente alternativa durante esta fase.

En el estudio de Rivas-Llosa se analiza la frontera eficiente en los fondos de pensiones de Perú con y sin restricciones de inversión (límites) para el periodo de abril a septiembre de 2002. Sus resultados indican que la ratio de sharpe podría incrementarse en 43% en el segundo caso, destacando el beneficio que se obtendría al eliminar dichas restricciones principalmente en la inversión extranjera.

Sobre el estudio de Rivas-Llosa, cabe señalar dos puntos, el primero consiste en que el límite en inversión extranjera en Perú es tan sólo del 4% por lo que la probabilidad de que el estudio arroje la necesidad de elevar este límite es alta; el segundo punto a observarse es la cantidad limitada de información con la que se realiza el análisis (tan sólo seis meses), por lo sería conveniente replicar el estudio agregando más de un periodo de información y analizar los resultados.

Otro autor que avala los resultados de Rivas-Llosa es Hu, Y. (2006) quien entre sus conclusiones destaca el impacto negativo en la relación de riesgo-rendimiento de los límites en inversión extranjera señalando un rango de 28 a 43% de asignación óptima para este tipo de activo dependiendo del país analizado. Al igual que Davis, concluye que esta situación afecta en mayor medida los países emergentes para quienes el rango óptimo se ubica en la parte superior.

Finalmente, el estudio de Phau, W. (2011) analiza las fronteras eficientes de 26 países emergentes utilizando una ventana de tiempo de 10 a 20 años dependiendo de la disponibilidad de información en cada país (1988-2006). El autor incorpora en su estudio un análisis de acuerdo con diferentes perfiles de riesgo para los cuales calcula la asignación óptima de activos. Su conclusión es que la proporción de inversión extranjera debería ser mayor y que el costo de no hacerlo ocasiona una pérdida del

21% en los rendimientos. Sin embargo, México es de los países que presentan menor afectación de tan sólo el 5.7% de disminución en retornos por lo que resulta recomendable realizar el análisis con información actualizada.

2.2.3. Inversión Doméstica

Por otro lado, tenemos cinco autores cuyos resultados contradicen a los autores anteriormente analizados. El primer estudio lo constituye Pereda, J. (2007), quien analiza el impacto de los límites de inversión en los fondos de pensiones de Perú utilizando una ventana de tiempo de 9 años (1995-2004). Al igual que Pfau y Rivas Llosa, Pereda admite que las regulaciones han propiciado incurrir en riesgos elevados; sin embargo, a diferencia de sus colegas, Pereda observa que las administradoras pudieron obtener el mismo retorno observado sin necesidad de incurrir en riesgo excesivo al asignar mayor participación en activos en moneda nacional.

Conclusiones interesantes para este estudio son las de Pereda puesto que contradicen la necesidad de elevar la inversión en el extranjero. Sin embargo, Pereda también observa que, si el periodo de análisis se acota, esta situación se modifica y las carteras óptimas pudieran considerar la inversión en activos de renta variable y extranjeros.

Ortiz, M. D. (2010), retoma la investigación de Pereda, incluso con los mismos datos, pero agregando el supuesto de ventas en corto permitidas asumiendo eficiencia en los mercados financieros, sus resultados indican que la regulación ha contribuido a incurrir en riesgos excesivos al limitar posiciones en activos menos riesgos como los domésticos y por ende promover en las administradoras la inversión en activos que presentan mayores riesgos. Cabe señalar que los límites impuestos por la regulación de Perú para el período analizado varían considerablemente con los observados en México al asignar un límite de 30% a inversión nacional, por lo que las conclusiones podrían variar para nuestro país el cual no tiene límites de mercado para la inversión doméstica.

Un tercer estudio que avala los resultados de Ortiz y Pereda corresponde a García, C. (2011) quien mediante la construcción de fronteras eficientes para los fondos de pensiones de Colombia durante el periodo Junio 2003 a Septiembre 2010,

concluye que debido a la revaluación de su moneda, los portafolios que incluían activos extranjeros indujeron a una menor rentabilidad comparado con inversión local.

El cuarto estudio analizado corresponde a Chirinos, M. (2015) quien cuestiona la propuesta del gobierno colombiano para elevar los límites en deuda y acciones extranjeras y analiza la evolución histórica de los mercados desde 1994 hasta 2010 mediante el modelo de correlación condicional dinámica, concluyendo que la correlación de los mercados ha aumentado y por lo tanto el efecto de la diversificación vía este activo disminuye su atractivo. Por lo anterior, considera que no es momento de elevar los límites en inversión extranjera.

Finalmente tenemos a Hu, Y. (2006), quien ya se comentó en la sección de inversión en renta variable e inversión extranjera; este autor destaca la importancia de elevar la inversión en renta variable principalmente en activos domésticos pero para los países desarrollados. Esta situación disminuye su importancia para los países emergentes.

Es interesante notar que los estudios de Pereda, J. (2007), Ortiz, M. D. (2010), García, C. (2011) y Chirinos, M. (2015), los cuales cuestionan el efecto de la inversión extranjera sobre el desempeño de los fondos de pensiones y apuntan hacia una menor dependencia sobre este tipo de productos, corresponden a investigaciones con periodos de información más recientes que la analizada por los autores que se inclinan hacia la inversión extranjera, por lo que se asume que el factor tiempo afecta los resultados de las conclusiones.

Lo anterior podría ser parte de los argumentos que señalan Vittas y Uttof en sus investigaciones donde señalan que a medida que el mercado madure se hará presente la tendencia a depender menos del mercado extranjero.

2.2.4. Bienes raíces

Finalmente, los activos relacionados con bienes raíces han ganado participación en el portafolio de los fondos de pensiones derivado de sus características que traen como beneficio rendimientos atractivos a largo plazo, cobertura ante inflación y baja correlación con otros activos (Firstenberg et. al., 1988).

No obstante sus ventajas, su inclusión se ha tomado con cautela y ha sido cuestionada. En 1988, Firstenberg et. al, conduce un estudio basado en la teoría de portafolios eficientes de Markowitz y construye la frontera eficiente para fondos norteamericanos usando series trimestrales de 1978 -1985.

En su estudio, Firstenberg incluye además de activos en bonos y acciones, algunos fondos e índices en bienes raíces. Sus conclusiones destacan la necesidad de elevar la inversión en este tipo de activos en un porcentaje de aproximadamente el 20% en comparación con el 4% que se observa en la práctica durante el periodo analizado.

Sorprendentemente, veinticinco años después el porcentaje destinado a este activo permanece sin cambio relevante. De acuerdo con Andonov, A. (2013), las proporciones que los fondos de pensiones destinan a cada activo se componen de la siguiente manera: 47% a acciones, 37% a bonos, 2.5% en depósitos a la vista y 5.1% en activos reales. Sus conclusiones son una serie de recomendaciones para tomar con cautela este tipo de inversión que de acuerdo a su análisis representa altos costos administrativos y bajo desempeño, al menos en el periodo analizado que va de 1990 a 2009.

2.3. Hipótesis específicas y/o operativas

En el capítulo 1 se estableció la hipótesis de trabajo de la presente investigación que consiste en demostrar la eficiencia de los límites del régimen de inversión de las SIEFORE en México, de tal manera que el análisis nos permita determinar si la regulación promueve una asignación eficiente de recursos entre los diferentes activos que conforman el portafolio de inversión de las SIEFORE conduciendo a la generación de rendimientos óptimos. La hipótesis de trabajo establece:

H₁: Un cambio en los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos.

De encontrar evidencia para confirmar esta hipótesis estaríamos afirmando que existe un area de oportunidad para mejorar los rendimientos de las SIEFORE a través

del régimen de inversión. La hipótesis de trabajo se comprobará a través de una serie de hipótesis específicas que consisten en determinar para que tipo de activo es necesario replantear el límite en el régimen de inversión vigente quedando redactadas de la siguiente manera:

H_{RVN}: Un aumento en el límite de inversión de Renta Variable Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{RVI}: Un aumento en el límite de inversión en Renta Variable Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{DN}: Un aumento en el límite de inversión en Deuda Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{DI}: Un aumento en el límite de inversión en Deuda Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{IM}: Un aumento en el límite de inversión en Mercancías contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{BR}: Un aumento en el límite de inversión en FIBRAS, Certificados de Capital de Desarrollo (CKD) y Estructurados contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

Adicional a estas hipótesis, el análisis nos permitirá determinar el grado de eficiencia de las inversiones de las SIEFORES existentes en el mercado mediante la comprobación de una hipótesis adicional:

H_A: Las AFORE han utilizado de manera eficiente los límites establecidos en el régimen de inversión.

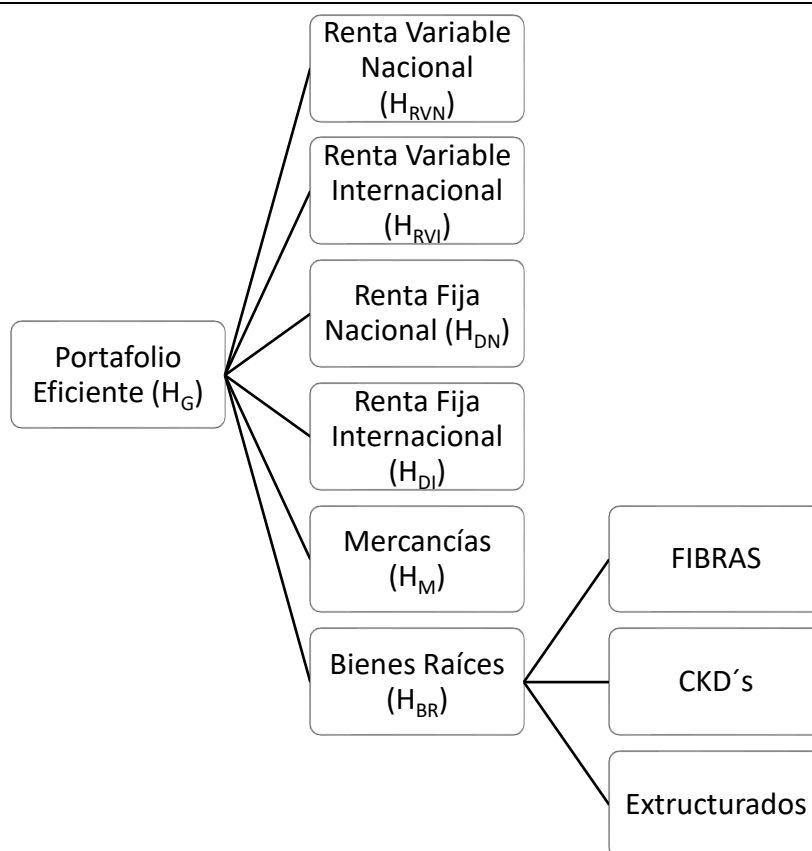
2.3.1. Modelo gráfico de la hipótesis

El establecimiento de la 7 hipótesis específicas aportará información relevante que conduzca a resolver la hipótesis de trabajo y determinar si los límites en cada uno de estos activos contribuye a la generación de rendimientos de manera eficiente, entendiéndose por rendimiento eficiente aquel que optimiza la relación de riesgo rendimiento y que de acuerdo con el análisis de mínima varianza se encuentra dentro de la frontera eficiente.

Del total de las hipótesis específicas, 6 están relacionadas con un tipo de activo en particular. Cabe señalar que aunque en total son ocho tipos de activos permitidos en la regulación, la hipótesis relacionada con bienes raíces englobará los productos FIBRAS, CKD's y estructurados. La séptima hipótesis corresponde a la medición de la eficiencia de las SIEFORES vigentes en el mercado.

La figura 4 representa la relación entre las variables independientes representadas por el riesgo y retorno de cada activo y la variable dependiente que se refiere a la relación riesgo-rendimiento del portafolio total. En otras palabras, un portafolio eficiente depende de la proporción, los rendimientos y la volatilidad de 6 activos: 1) Renta Variable Nacional, 2) Renta Variable Internacional, 3) Deuda Nacional, 4) Deuda Internacional, 5) Mercancías y 6) Bienes Raíces.

Figura 4. Relación de variables



Fuente: Elaboración propia (2018).

2.4. Síntesis del capítulo Marco Teórico

En este capítulo hemos revisado el enfoque, la metodología y las principales conclusiones de diversas investigaciones que han estudiado el impacto del régimen de inversión sobre el desempeño de los fondos de pensiones alrededor del mundo y que nos permitió destacar dos aspectos fundamentales para esta investigación.

En primer lugar, encontramos como común denominador el uso de la teoría moderna de portafolios de Markowitz como herramienta de análisis del régimen de inversión mediante la construcción de fronteras eficientes de mínima varianza.

En segundo lugar, se detectaron cuatro posturas en las investigaciones previas en donde cada una destaca la contribución en eficiencia de un tipo de activo por sobre el resto. Los primeros estudios se centraron en investigar sobre el impacto de la renta

variable sobre el desempeño del portafolios, posteriormente se consideraron los instrumentos extranjeros, después los domésticos y finalmente y más recientemente, la inclusión de activos relacionados con los bienes raíces.

En la presente investigación se probarán siete hipótesis específicas de las cuales seis corresponden a los tipos de activos que serán consierados en el análisis y que son: 1) Deuda Nacional, 2) Deuda Internacional, 3) Renta Variable Nacional, 4) Renta Variable Internacional, 5) Mercancías y, 6) Bienes Raíces. La séptima hipótesis corresponde a la eficiencia real de las SIEFORE y se considera como adicional al objetivo de esta investigación.

Capítulo 3- ESTRATEGIA METODOLÓGICA

En el capítulo 2 se expusieron diferentes artículos que han analizado el impacto del régimen de inversión sobre el desempeño del portafolio, destacando el uso de la teoría moderna de portafolios o análisis de mínima varianza como herramienta de cálculo.

A pesar de ser un método criticado por los supuestos de normalidad en los que descanza, pudimos comprobar durante la revisión de literatura que esta metodología es ampliamente utilizada; lo anterior debido de su relativa facilidad de implementación en cualquier hoja de cálculo sin necesidad de invertir en un software sofisticado.

Por esta razón, el método de mínima varianza será utilizado en esta investigación dejando como línea para futuras investigaciones la réplica del estudio con técnicas más avanzadas como algoritmos genéticos, redes neuronales o simulaciones montecarlo.

En este capítulo se profundizará en la teoría de Markowitz de mínima varianza, se describirán las bases de datos utilizadas y en general todo lo relacionado con la metodología utilizada para conducir la presente investigación.

3.1. Tipo y diseño de investigación

A lo largo de este documento hemos observado la postura de varios autores alrededor del mundo en torno al régimen de inversión de los fondos de pensiones. Con esta información hemos detectado un nivel de ineficiencia en el manejo de los mismos, y por lo tanto, es de esperarse que esta situación pudiera presentarse también en las SIEFORE.

Dado que no existen estudios que avalen el desempeño eficiente de los fondos de pensiones en México, esta investigación se avocará a resolver esta incógnita mediante el uso de conceptos financieros y de la teoría de portafolios eficientes de Markowitz, requiriendo como insumo bases datos que contengan información sobre el rendimiento o precios de los activos que conformarán el portafolio de inversión.

Dada la naturaleza de las variables y los análisis requeridos, esta investigación se considera de tipo cuantitativo, correlacional, de corte experimental y transversal como se explica a continuación.

3.1.1. Tipo de investigación

La información recabada para realizar esta investigación consiste en bases de datos de precios y rendimientos extraídos de la plataforma Bloomberg y Banxico para el periodo de diciembre de 2014 a noviembre de 2018 sobre 14 activos seleccionados y permitidos bajo el régimen de inversión de la legislación mexicana.

Con esta información se realizará un análisis estadístico basado en la información histórica recabada que culminará con la construcción de la frontera eficiente y la determinación del portafolio óptimo para el periodo 2018-2019.

Dado el tipo de información recabada, los análisis estadísticos que se llevarán a cabo y, el resultado final, esta investigación se clasifica como de tipo cuantitativo. Por otro lado, se trata de una investigación de tipo correlacional ya que mide la relación entre las ponderaciones de cada activo dentro del portafolio y nivel de eficiencia a nivel global medido a través de la relación de riesgo-rendimiento.

3.1.2. Diseño de la Investigación

Como resultado de esta investigación podremos determinar si los límites en el régimen de inversión actual promueven una asignación eficiente de las inversiones entre los diferentes activos permitidos en los portafolios de las SIEFORE o bien se requiere cambios en las ponderaciones establecidas por la regulación.

Para comprobar lo anterior, el diseño de la investigación será de tipo experimental ya que modificaremos el contexto, en este caso los límites de inversión, con la finalidad de observar el impacto en el nivel de eficiencia de los portafolios al eliminar dichas restricciones.

Por otro lado, dado que el análisis de mínima varianza se basa en el procesamiento de información histórica como referencia de un comportamiento futuro, el resultado puede variar dependiendo del periodo seleccionado, por lo tanto, los resultados aplican a un periodo corto de tiempo de aproximadamente seis meses o un año; es decir, se trata de una investigación de corte transversal.

3.2. Métodos de recolección de datos

Como se comentó en la sección anterior, el método de análisis seleccionado para determinar el portafolio eficiente o de mínima varianza requiere como insumo información sobre los precios o rendimientos de los activos considerados en el análisis.

De acuerdo con información de la CONSAR los tipos de activos en los que puede invertir la SIEFORE SB4 son: Deuda Gubernamental, Deuda Nacional, Deuda Internacional, Renta Variable Nacional, Renta Variable Internacional, Mercancías, FIBRAS e Instrumentos Estructurados.

Dado que el universo de emisiones por tipo de activo en los que es posible invertir es inmanejable, se procederá a elegir índices representativos, los cuales se explican a continuación y se resumen en la tabla 8.

- 1) Deuda Gubernamental: Comprende los instrumentos emitidos y respaldados por el Gobierno Federal y es el único activo que no contiene restricción para operar, siempre y cuando se trate de deuda nacional.

Para fines de esta investigación se seleccionaron 4 instrumentos, que de acuerdo con la información emitida por la CONSAR en su radiografía financiera, son los más utilizados por las SIEFORES, éstos son CETES (Certificados de la Tesorería), Bonos M5 y M20 y Udibonos a 20 años.

- 2) Renta Fija: Se refiere a instrumentos de deuda emitidos por empresas a nivel nacional e internacional. Por simplicidad del análisis, para la deuda nacional se eligió un índice construido por el proveedor de precios Valmer y publicado desde el año 2012, el cual contempla emisiones de deuda corporativa de empresas mexicanas, conformado en un 70% de emisiones con calificación AAA, 20% de emisiones con calificación AA y 10% de emisiones con calificación A.

En el caso de la deuda internacional, el índice seleccionado es elaborado por la empresa Standard & Poor's y es construido con base en información de empresas de Estados Unidos que cotizan en el mercado accionario y que tienen como mínimo una calificación de BBB- /Baa3/BBB-.

Dentro del portafolio de las AFORE, el límite de inversión establecido para este activo es de 30% para la Deuda Nacional y 20% para la Deuda Internacional.

- 3) Renta Variable: Los instrumentos que componen este rubro son acciones tanto nacionales como extranjeras y tienen un límite de 45% y 20% de participación respectivamente en los portafolios de la SIEFORE SB4.

Dada la cantidad de emisiones en el mercado nacional e internacional, se han seleccionado los índices las bolsas mas representativas. Para el mercado nacional se seleccionó el índice de la Bolsa Mexicana de Valores, es decir el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC). En el caso de Renta Variable Internacional se ha seleccionado uno de los índices más representativo del mercado de acciones de Estados Unidos, el índice Standard & Poor's 500 (S&P) .

- 4) Mercancías: Las Mercancías se refieren a inversión en commodities y tienen un límite de 10% para las SIEFORE SB4. Para fines de esta investigación se seleccionaron los precios del oro, plata, gas y energía. Cabe señalar que este rubro es poco explotado por las SIEFORES asignando en promedio menos del 1% del portafolio.

- 5) Bienes raíces: El rubro de inversiones en bienes raíces pudiera caer en dos tipos de productos, las FIBRAS y los CKDs e Instrumentos Estructurados. A pesar de que los CKD's pudieran estar relacionados a otro tipo de subyacente para fines de este trabajo será considerado de manera conjunta.

Las FIBRAS son Fideicomisos de Infraestructura y Bienes Raíces y como su nombre lo indica permiten el financiamiento para la compra o construcción de bienes inmuebles en México; están restringidas con un límite de 10% para las SIEFORE SB4. Son instrumentos relativamente nuevos en el mercado mexicano, al 2017 se contaba únicamente con 12 emisiones, por lo que para la realización de este proyecto se consideró el histórico de la primera FIBRA en bienes raíces emitida en el mercado mexicano desde marzo de 2011: FUNO11 MM.

En el caso de los CKD, los instrumentos estructurados y los Certificados de Proyectos de Inversión (CERPIs); éstos surgen en 2009 para canalizar los recursos en inversiones de capital, infraestructura, bienes raíces, energía y servicios financieros. Sin embargo dada su baja bursátilidad, este activo fue eliminado del análisis.

La tabla 8 muestra un resumen de los tipos de activos permitidos en la legislación mexicana, el instrumento que servirá como referencia y que representa el activo y la fuente de donde se obtiene la base de datos.

Tabla 8. Variables de estudio

Tipo de Activo	Instrumento	Fuente
	Cetes, Bonos M5 y M20 y	
Deuda Gubernamental	Udibonos 10Y	Banxico
Deuda Nacional	S&P CORPOTRAC	Bloomberg
Deuda Internacional	S&P Bond Index	Bloomberg
Renta Variable Nacional	IPC: MEXBOL	Bloomberg
Renta Variable Internacional	S&P Market Index	Bloomberg
Mercancías	Oro, Plata, Gas y Energía	Banxico
FIBRAS	FUNO11 MM Equity	Bloomberg
Estructurado: CKD's y CERPI	PBFF1C12 MM Equity	Bloomberg

Fuente: Elaboración Propia (2018).

A pesar de que la mayor parte de los productos están vigentes desde el 2012, las pruebas de normalidad sólo resultaron válidas para el período de diciembre de 2014 a noviembre de 2018; es decir, un período de 48 meses. Este análisis se muestra con mayor detalle en el capítulo 4 de resultados.

Toda la información que se requiere para el cálculo del análisis de mínima varianza corresponden a información pública y disponible mediante fuentes de información secundarias de CONSAR, INEGI, AMAI, y Bloomberg.

3.2.1. Operacionalización de las variables de la hipótesis

La aplicación de la teoría de Markowitz requiere que las variables se introduzcan en forma de rendimientos. Para fines de esta investigación, el cálculo del rendimiento se realizará de manera mensual; sin embargo, por convención de mercado la variable Y, es decir el rendimiento del portafolio, será manejado de forma anual (ver tabla 9).

Tabla 9. Operacionalización de las variables

Activo	Definición	Unidad de medición
Y	Riesgo-Rendimiento portafolio	Rendimiento anual (%)
X1	Renta Variable Nacional	
X2	Renta Variable Internacional	
X3	Mercancías	
X4	FIBRAS	Rendimiento y
X5	Estructurado: CKD's y CERPI	Participación
X6	Deuda Nacional	mensual (%)
X7	Deuda Internacional	
X8	Deuda Gubernamental	

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Los rendimientos se obtuvieron de forma nominal utilizando los precios mensuales de cada producto desde diciembre de 2014 a noviembre de 2018 publicados en diversas fuentes como Banxico, Bloomberg y Valmer. La fórmula utilizada para calcular el rendimiento es la siguiente.

$$R_t = [(P_t/P_{t-1}) - 1] * 100 \quad (2)$$

donde:

R_t = rendimiento en el mes t

P_t = Precio de gestión en el mes t

3.3. Población, marco muestral y muestra

Como se comentó en el capítulo 1, el diseño de los planes de pensiones por Contribución Definida de las AFORE en México está basado en un modelo de ciclo de vida en donde a medida que el trabajador se acerca la edad de jubilación, las inversiones se tornan más conservadoras.

Para implementar el modelo de ciclo de vida, las AFORES cuentan con cinco SIEFORE en donde se asignan los recursos de los trabajadores en función de su edad y en donde en concordancia con el modelo de ciclo de vida, los límites de inversión van cambiando conforme el trabajador va envejeciendo tornándose cada vez menos riesgosos.

La SIEFORE para los trabajadores más jóvenes es la SB4 en donde permanecen los recursos hasta los 36 años, a partir de ahí y hasta los 45 años los ahorros migran hacia la SB3, posteriormente de los 46 a los 59 años se ubican en la SB2, a partir de los 60 años se pasa a la SB1 y finalmente, cuando el trabajador se encuentra en el proceso de jubilación los recursos se depositan en la SB0.

Como es de esperarse, la SIEFORE SB4 es la que presenta un régimen de inversión más flexible y por lo tanto, en teoría debería ser la menos afectada por la regulación y por lo tanto, es de esperarse que sus resultados se pueden extender al resto de las SIEFORE.

Aunado a lo anterior, como se puede ver en la tabla 10, la SIEFORE SB4 es la que cuenta con mayor cantidad de afiliados. De acuerdo con información de la CONSAR, al cierre de abril de 2016 las AFORE administraban 46.6 millones de cuentas, de las cuales, 19.8 millones pertenecían a la generación de transición y 26.8 millones a la generación AFORE y a su vez 20.8 millones estaban asignados a la SIEFORE SB4.

Estos dos aspectos de la SIEFORE SB4, tanto sus características de flexibilidad de inversión como la cantidad de afiliados que pertenecen a este fondo, constituyen la razones por la cuales será seleccionada como eje para esta investigación.

Tabla 10. Identificación del sujeto de investigación.

Rigor Metodológico	Unidad bajo estudio	Comentarios
Población IMSS	46.6 Millones	Cuentas registradas en IMSS.
Generación AFORE	26.7 Millones	Trabajadores que empezaron a cotizar en junio 1997 (LSS97).
SB0 (63+años)	0.7 Millones	
SB1 (60-63 años)	0.04 Millones	
SB2 (46-59 años)	1.6 Millones	
SB3 (37-45 años)	3.7 Millones	
SB4 (36 años)	20.8 Millones	

Fuente: Elaboración Propia basado en información de fuentes secundarias (CONSAR e INEGI 2017).

3.4. Métodos de análisis

Como se mencionó en el capítulo anterior, la revisión de literatura nos refiere al uso de la teoría moderna de portafolios como método comunmente seleccionado por los investigadores para determinar la configuración óptima y el grado de eficiencia de un portafolio de inversión.

En este documento nos centraremos en el cálculo de la frontera eficiente del portafolio de inversión de la SIEFORE SB4 bajo los límites establecidos por la regulación y sin éstos. Además, ubicaremos el nivel de eficiencia de las SIEFORE SB4 vigentes en el mercado durante el 2018 dentro del gráfico.

Lo anterior con la finalidad de probar nuestra hipótesis de trabajo la cual establece que los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México no han contribuido a la generación de rendimientos de manera eficiente y por lo tanto requieren de un cambio. De no rechazarse la hipótesis de trabajo se procederá a determinar los porcentajes de participación óptimos por tipo de activo.

El análisis se dividirá en dos fases, en la primera se realizara un análisis descriptivo de los pesos que cada SIEFORE vigente en el mercado asigna por tipo de activo permitido en la regulación al momento de realizar este estudio. El resultado se contrastará contra el rendimiento observado en el periodo analizado con la finalidad determinar si existe una relación entre las decisiones de inversión de las SIEFORES y su rendimiento.

En la segunda fase se implementará la teoría de portafolios con el objetivo de determinar el portafolio óptimo mediante la teoría de Markowitz de mínima varianza considerando las restricciones de inversión y sin ellas.

La siguiente sección aborda una breve explicación y antecedentes de la Teoría de Portafolios de Markowitz, así como la forma que será implementada en este documento.

3.4.1. Teoría de portafolios eficientes

La teoría de portafolios eficientes fue planteada por Harry Markowitz en 1952 por la que más tarde en 1990, obtuvo el premio Nobel en Ciencias Económicas por su artículo “Portfolio Selection” en el Journal of Finance.

Su investigación sería posteriormente reforzada por autores como Sharpe y Litner (1964) con la formulación del CAPM y Ross (1976) con la teoría de fijación de Precios por Arbitraje (APT) las cuales en conjunto conformarían lo que conocemos como teoría moderna de portafolios.

En su investigación inicial, Markowitz analiza el proceso de selección de una cartera de inversión bajo el supuesto de que el inversionista tiene una conducta racional a la hora de seleccionar sus inversiones y por lo tanto siempre busca obtener la máxima rentabilidad sin tener que asumir un alto nivel de riesgo; es decir, considera deseable el retorno esperado e indeseable la varianza de este. Por lo anterior, su modelo también es conocido como modelo de mínima varianza.

De esta manera, Markowitz introduce en el proceso de selección de activos dentro de un portafolio las características de riesgo, retorno y perfil de riesgo del inversor en lugar de solamente el retorno esperado de cada valor en particular.

Otro concepto que introdujo Markowitz fue el principio de diversificación, en el cual establece que un portafolio diversificado es preferible con respecto a todos los portafolios no diversificados recalcando que lo adecuado de la diversificación no debe ser visto como dependiente del número de activos en el portafolio sino de la clase de activo, el mercado en el que se cotiza y los plazos de la inversión. Markowitz establece que al combinar “n” activos dentro de un portafolio, el único caso en el cual la varianza no disminuye es cuando los activos están perfectamente correlacionados.

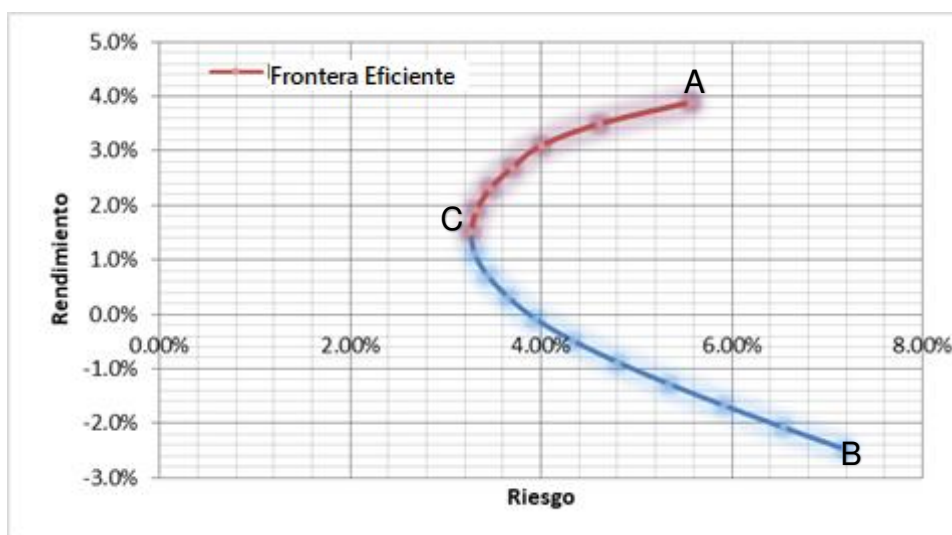
Para resolver un problema de optimización mediante la teoría de Markowitz, será necesario graficar el riesgo vs rendimiento de “n” cantidad de portafolios con todas las posibles combinaciones de activos.

Los rendimientos a considerar para graficar la frontera eficiente fluctúan entre el valor reportado por el activo de mayor y menor retorno esperado entre los “n” activos del portafolio (puntos A y B de la figura 5). El portafolio de mínimo riesgo corresponde al punto de inflexión de la frontera del conjunto factible (punto C).

El resultado es un gráfico como la figura 5 cuyo margen superior (línea C-A) representa la frontera eficiente puesto que contiene las combinaciones de activos que minimizan el riesgo ante un nivel determinado de rendimiento.

A los portafolios que se encuentran en esta línea (C-A) se les conoce también como portafolios dominantes ya que superan el nivel de rendimiento para el resto de los portafolios ante un determinado nivel de riesgo.

Figura 5. Representación de una frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia (2018).

Los portafolios ubicados entre los puntos C y B, sin incluir al portafolio C, no hacen parte de la frontera eficiente, puesto que son dominados por los portafolios comprendidos entre C y A. De igual forma, los portafolios ubicados entre A y B son dominados y no son considerados dentro de los portafolios eficientes. Como resultado,

la frontera eficiente corresponde unicamente a los portafolios que se ubican en la curva entre los puntos A y C.

3.4.2. Construcción de la frontera eficiente

Para construir el gráfico de la frontera eficiente, es necesario encontrar los valores de los ejes “x” y “y” ante diferentes composiciones de portafolios respectivamente. Los valores del eje vertical corresponden al rendimiento del portafolio, el cual está representado por el promedio ponderado de los rendimientos de cada activo que conforman el portafolio, mientras que al eje horizontal corresponden los valores de la desviación estándar del portafolio.

Matemáticamente podemos expresar el rendimiento del portafolio con la ecuación (3.1) en donde los elementos r_i y w_i indican la rentabilidad y la tasa de participación del activo individual respectivamente:

$$E(r_p) = \bar{r}_p = E(\sum_{i=1}^n w_i r_i) \quad (3.1)$$

También podemos expresar la ecuación 3.1 como el producto del vector transpuesto de w_i que son las ponderaciones del activo i en el portafolio y el vector de rendimientos esperados \bar{r}_i :

$$E(r_p) = w^T \bar{r} \quad (3.1.1)$$

Por otro lado, el eje horizontal representa el riesgo o desviación estándar del portafolio que se determina a partir de las participaciones de los activos individuales dentro del portafolio y de las covarianzas o correlaciones entre los retornos medios individuales.

Se observa que entre más baja sea la covarianza (o correlación) entre los retornos de los activos individuales, menor será la variabilidad (riesgo) del portafolio.

La ecuación 3.2 representa el cálculo de la varianza del portafolio.

$$\begin{aligned}
 \text{Var}(r_p) &= E [(r_p - E(r_p))^2], \\
 &= E [(\sum_{i=1}^n w_i r_i - E(r_p))^2], \\
 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j E [r_i - E(r_i)] E [r_j - E(r_j)], \\
 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}(r_i, r_j)
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

Expresado en forma matricial, la ecuación 3.2 quedaría de la siguiente manera en donde $[\Sigma] = \text{Cov}(r_i, r_j)$:

$$\text{Var}(r_p) = w^T [\Sigma] w \tag{3.2.1}$$

Para determinar el grafico, se debe resolver un problema de optimización en donde se minimice la varianza del portafolio (ecuación 3.2) para diferentes niveles de rendimiento esperado (ecuación 3.1) limitado las ventas en corto, es decir, que la suma de los pesos de los activos dentro del portafolio sea igual a 1 (ecuación 3.3).

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \tag{3.3}$$

El método utilizado para resolver este problema debe ser desarrollando algún algoritmo que busque iterativamente un vector de ponderadores que sea de mínimo riesgo entre portafolios de igual rendimiento esperado. Para fines de esta investigación se utilizará la herramienta solver de excel que permite encontrar valores óptimos y donde el párametro de solución seleccionado corresponde a Generalized Reduced Gradient (GRG) que se utiliza para resolver problemas no lineales.

3.4.3. Supuestos de la teoría de portafolios

Como se comentó anteriormente, la teoría de Markowitz asume que los inversionistas basan sus decisiones de inversión tanto en el rendimiento promedio del portafolio como en la varianza del mismo (como medida de riesgo) prefiriendo aquellos portafolios con la menor relación de riesgo-rendimiento.

Lo anterior tiene dos implicaciones, la primera consiste en que el inversionista puede elegir cualquier activo y no existen restricciones de compra (ventas en corto, costos de transacción, regulaciones, impuestos, etc); situación que en la práctica no es real y por lo tanto deberán establecerse ecuaciones restrictivas en el proceso de optimización que reflejen al menos los límites de inversión establecidos por la CONSAR así como una limitante a las ventas en corto.

La tabla 11 muestra las restricciones por producto con base en información de la tabla 2 del capítulo 1 y al final se muestra la restricción impuesta a las ventas en corto. Todas estas ecuaciones deberán limitar el resultado de las ecuaciones 3.1 y 3.2 o bien sus respectivas formas matriciales 3.1.1 y 3.2.1.

La segunda implicación de la teoría de Markowitz tiene que ver con el uso de la varianza como medida de riesgo ya que al hacerlo se asume que este indicador logra captar de manera adecuada la volatilidad de la inversión.

Tabla 11. Restricciones al modelo de optimización.

Producto	Identificador	Restricción	Ecuación
Deuda Gubernamental	$W_{(DG)}$	≤ 1.0	(3.4.1)
Renta Variable Nacional	$W_{(RVN)}$	≤ 0.45	(3.4.2)
Renta Variable Internacional	$W_{(RVI)}$	≤ 0.20	(3.4.3)
Deuda Nacional	$W_{(DN)}$	≤ 0.3	(3.4.4)
Deuda Internacional	$W_{(DI)}$	≤ 0.2	(3.4.5)
Fibras	$W_{(FI)}$	≤ 0.1	(3.4.6)
CKD	$W_{(CKD)}$	≤ 0.2	(3.4.7)
Mercancías	$W_{(M)}$	≤ 0.1	(3.4.8)
Ventas en corto	W_i	$\geq 0, \leq 1$	(3.4.9)
Renta Variable	$W_{(RVN + RVI)}$	≤ 0.45	(3.4.10)
Internacional	$W_{(RVI + DI)}$	≤ 0.20	(3.4.2)

Fuente: Elaboración Propia (2018).

Por otro lado, en estadística, para considerar la varianza como un buen estimador de riesgo deberá proceder de insumos que tengan un comportamiento normal gaussiano. Para medir esta característica se ha seleccionado una prueba de

bondad de ajuste conocida como el test Jarque-Bera (JB), el cual sirve para comprobar si una muestra de datos tiene la asimetría y curtosis de una distribución normal.

Para calcular el estadístico de JB usaremos la ecuación 3.4 donde “n” es el número de observaciones (o grados de libertad en general); S es la asimetría de la muestra, C la curtosis de la muestra y k el número de regresores. La fórmula de Jarque Bera queda de la siguiente manera:

$$JB = \frac{n-k+1}{6} \left(S^2 + \frac{1}{4} (C - 3)^2 \right) \quad (3.4)$$

La hipótesis nula prueba de manera conjunta que el coeficiente de asimetría y el exceso de curtosis son nulos y por lo tanto, que los datos pertenecen a una distribución normal.

3.4.4. Determinación del Portafolio óptimo

Aunque la frontera eficiente contiene una serie de posibles portafolios que minimizan el riesgo ante un determinado nivel de rendimiento, existe un solo portafolio que minimiza esa relación, éste es el portafolio óptimo que gráficamente lo podemos representar como el punto de inflexión más alto de la frontera eficiente.

Existen diferentes formas de determinar el portafolio óptimo; para fines de esta investigación haremos uso del índice de Sharpe (S) el cual es una medida del exceso de rendimiento sobre el activo libre de riesgo por unidad de riesgo de una inversión. Considerando que no existe activo libre de riesgo la ecuación para determinar el índice quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Max } S_{p=1}^n = \frac{r_p}{\sigma_p} \quad (3.5)$$

El resultado de la ecuación (3.5) representa el portafolio que contiene el vector de ponderaciones óptimo y el cuál se calculará considerando y eliminando los límites de inversión establecidos por la regulación.

Si el portafolio seleccionado cumple con los límites de inversión impuestos por las autoridades se rechaza la hipótesis de trabajo que establece que los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México no han contribuido a la generación de rendimientos de manera eficiente, de lo contrario se realizará la propuesta de cambio con base en el resultado de la ecuación (3.5) eliminando los límites de inversión.

3.5. Síntesis del capítulo de Metodología

En este capítulo se expusieron tres aspectos fundamentales de la investigación que deberán verse reflejados en el siguiente capítulo (Resultados). En primer lugar se definió este estudio como de tipo cuantitativo, correlacional experimental y de corte transversal; en segundo lugar se definieron los insumos a utilizar, su fuente de obtención, el periodo recolectado y la forma en que serán considerados dentro del análisis (restricciones) y en tercer lugar, se explicó a detalle el método seleccionado que consiste en la teoría de portafolio de Markowitz, así como la metodología para implementarlo.

Capítulo 4- RESULTADOS

Este capítulo está dedicado al análisis de los resultados y comprobación de hipótesis. Iniciará con un análisis descriptivo de la relación entre la composición de los portafolios de las SIEFORE y el rendimiento generado, posteriormente se procederá con el cálculo de la frontera eficiente con y sin restricciones de inversión, así como la ubicación de los portafolios reales de las SIEFORE vigentes en el mercado durante el 2017 dentro del gráfico de la frontera eficiente.

4.1. Análisis descriptivo de la situación

El desempeño de un portafolio se encuentra en función de la rentabilidad y la volatilidad de los activos en que se invierta. La tabla 12 muestra el peso promedio que cada SIEFORE asigna por tipo de activo permitido en la regulación al cierre de 2017, también incluye el rendimiento promedio observado durante el año, su volatilidad y un índice de desempeño basado en el cociente de rentabilidad sobre riesgo.

Tabla 12. Relación portafolio de inversión-rendimiento (cifras en porcentaje).

	Profuturo	Azteca	Banorte	Metlife	Coppel	Principal	SURA	Banamex	Invercap	Inbursa	Pension ISSSTE	Sistema
Rend. Promedio	12.4	9.7	10.8	10.3	10.2	8.8	11.5	10.2	9.4	8.5	8.7	10.4
Volatilidad	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
Rend/Vol	32.8	26.2	25.2	23.7	20.1	20.4	17.1	16.9	15.6	12.1	6.5	26.6
Deuda:												
Gubernamental	47	46	47	51	43	48	48	44	59	52	53	47
Internacional	1	1	0	1	3	0	1	0	3	2	1	1
Nacional	16	22	17	20	29	16	19	16	10	20	24	18
Renta Variable:												
Internacional	24	16	23	18	13	18	19	21	10	9	6	18
Nacional	6	10	7	6	9	8	6	9	9	11	8	8
Mercancías	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Estructurados	5	0	5	2	1	7	4	7	5	7	8	5
FIBRAS	1	4	1	3	2	2	2	2	3	0	1	2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con información de Consar (Radiografía Financiera, 2017).

Como se puede observar la SIEFORE más eficiente es Profuturo con el mayor rendimiento e índice de desempeño. La siguiente SIEFORE en eficiencia corresponde a Azteca, cabe señalar que si el criterio de selección fuera únicamente rendimiento Azteca sería la séptima opción; si embargo, su baja volatilidad la ubica como la segunda más eficiente. En el caso de SURA, a pesar de ser la segunda SIEFORE con más alto rendimiento, su alta volatilidad disminuye su nivel de eficiencia ubicándola en la séptima posición.

Si nos enfocamos en analizar la composición de portafolios de Profuturo y SURA que son SIEFORE con rendimientos similares pero distinto nivel de desempeño derivado del alto riesgo de la segunda, encontramos que Profuturo se concentra en invertir en Renta Variable Internacional mientras que SURA destina sus recursos a invertir en Deuda Nacional y en FIBRAS.

En cuanto a las dos SIEFORES menos eficientes tenemos a Penssion ISSSTE e Inbursa, quienes coincidentemente son las que menos porcentaje asignan a la Renta Variable Internacional pero tienen inversiones por encima del promedio en Deuda Nacional y Estructurados.

Este simple análisis indica una tendencia a favor de la inversión en Renta Variable Internacional concordando con las recomendaciones de la OCDE y de la CONSAR que se discutieron en el capítulo 1 de este documento. También muestra que la inversión en Deuda Nacional, Estructurados y FIBRAS está relacionada con un bajo desempeño de la SIEFORE analizada.

Un análisis adicional lo podemos ver en la tabla 13 en donde se muestra información por tipo de activo en cuanto a rendimiento promedio, desviación estándar y el índice de desempeño (rendimiento/desviación estándar) con datos del año 2017.

La tabla 13 confirma que el producto más rentable es Renta Variable Internacional y que además es el segundo más eficiente después de Deuda Gubernamental, aunque con una diferencia pronunciada a favor de la Deuda Gubernamental; mientras que Fibras y Estructurados presentaron rendimientos negativos y son los productos con mayor volatilidad junto con mercancías, por lo tanto son los instrumentos menos eficientes.

Tabla 13. Relación portafolio de inversión-rendimiento CONSAR.

Activo	Media	Desviación	Rend/Desv
Deuda:			
Gubernamental	6.34%	0.283%	22.40
Internacional	5.90%	5.22%	1.13
Nacional	7.04%	6.98%	1.01
Renta Variable:			
Internacional	17.95%	12.89%	1.39
Nacional	8.23%	30.44%	0.27
Mercancías	9.31%	50.01%	0.19
Estructurados	-8.85%	42.37%	- 0.21
FIBRAS	-6.41%	52.41%	- 0.12

Fuente: Elaboración propia con información de la Consar 2017.

Aunque este análisis nos brinda información relevante y apoya las teorías de un conjunto de autores, aún no se puede concluir algo respecto al efecto de los límites establecidos sobre el rendimiento del portafolio, ni determinar que ponderación debe tener cada producto en la cartera de inversión por lo que procederemos con el análisis de mínima varianza de Markowitz en el cual se incluirá mayor cantidad de datos históricos y activos de inversión que lo presentado en las tablas 12 y 13.

4.2. Teoría de portafolios de Markowitz

4.2.1. Test de Jarque-Bera

En la sección 3.2 de este documento se expusieron los activos permitidos por la regulación mexicana para la SIEFORE SB4 así como también los tipos de producto específicos seleccionados que representarán cada activo en esta investigación, lo anterior derivado de la gran cantidad de instrumentos emitidos en el mercado financiero y la complejidad de incluir todos en el análisis.

Sin embargo, antes de iniciar con el cálculo de la frontera eficiente, será necesario determinar si las series de datos recolectadas tienen un comportamiento normal gaussiano. Esta situación será corroborada mediante el test Jarque Bera el

cual sirve para comprobar si una muestra de datos tiene la asimetría y curtosis de una distribución normal.

Después de varias pruebas seleccionando diferentes periodos de análisis, se seleccionó la muestra de Diciembre de 2014 a Noviembre de 2018, período en el cual, todos las series, con excepción del activo Estructurados y CKD, muestran el comportamiento de una distribución normal. Una de las razones por las cuales este instrumento no muestra una kurtosis y simetria de distribución normal puede ser la baja bursatilidad del mismo y la alta volatilidad, razón por la cual, tal y como se comentó en el capítulo anterior, se eliminará del ejercicio.

Cabe señalar que si el período seleccionado se acorta a dos años este instrumento si entraría en el análisis, sin embargo, se prefirió eliminarlo y conservar mayor cantidad de información para el análisis de la frontera eficiente, debido a la poca proporción que asignan las administradoras a este producto y su similitud con las FIBRAS. La tabla 14 muestra los resultados de la aplicación de la prueba de normalidad.

Tabla 14. Prueba de normalidad Jarque Bera

Tipo de Activo	Instrumento	Jarque-Bera	Probability
Deuda Gubernamental	Cetes 28	5.850087	0.053662
	Bono M10	2.681701	0.261623
	Bono M5	3.465087	0.176834
	Bono M20	3.299099	0.192136
	Udibono 10Y	0.94964	0.621997
	S&P/BMV		
Deuda Nacional	CORPOTRAC	4.065184	0.130996
Renta Variable Nacional	IPC	3.075924	0.214818
Deuda Internacional	S&P Bond Index	1.629405	0.442771
Renta Variable Internacional	S&P Index	1.054066	0.590354
Estructurados y CKD's	PBFF1C12	43.74768	0*
FIBRAS	FIBRA UNO	1.19505	0.550172
Mercancías	GAS	2.262402	0.322646
	ORO	1.234417	0.539448
	PLATA	1.359351	0.506781
	ME	1.026416	0.598572

Fuente: Elaboración Propia 2018 con información de fuentes públicas de Diciembre de 2014 a Noviembre de 2018.

* El activo estructurados y CKD's es el único que rechaza la hipótesis nula con un p-value < 0.05.

Como se puede ver en la tabla 14 en la mayoría de los casos el p-value es mayor a 0.05 por lo cual no hay elementos para rechazar la hipótesis nula y se asume que las series cumplen con el supuesto de normalidad pudiendo continuar con el cálculo de rendimientos, varianzas y matrices de covarianza y correlación requeridas en el análisis de mínima varianza.

4.2.2. Construcción de la Frontera Eficiente

Una vez que determinamos que los insumos presentan comportamientos de una distribución normal, procedemos a la construcción de la frontera eficiente que será de utilidad para determinar la composición óptima de los portafolios de inversión. Este proceso se llevó a cabo de dos formas, la primera considerando los límites de inversión vigentes en la regulación al cierre de 2018 y en la segunda eliminando dichas restricciones de manera general y posteriormente individual.

En el primer caso, al realizar el análisis de la frontera eficiente considerando los límites de inversión, se pretende encontrar el portafolio que minimice los parámetros de riesgo y maximice el rendimiento bajo las restricciones de inversión vigentes. En este primer análisis también se ubicará el desempeño de las SIEFORES vigentes en el mercado de acuerdo a sus estrategias de inversión observadas en la práctica, resolviendo la hipótesis adicional (H_A) referente a la eficiencia de las SIEFORE del mercado.

En el segundo análisis, es decir, al eliminar los límites de inversión, se buscará responder al resto de las preguntas de investigación que están expresadas en la hipótesis de trabajo y en las hipótesis específicas permitiendo determinar si ha sido eficiente el régimen de inversión de las AFORE y concluyendo con los cambios que, de ser necesario, deberían de implementarse.

4.2.3. Construcción de la Frontera Eficiente con restricciones

Para el cálculo de la frontera eficiente se requiere como insumos obtener para cada uno de los activos seleccionados el rendimiento y la desviación estándar individuales, así como la matriz de covarianza y de correlación. Con esta información podremos calcular el rendimiento y la desviación estándar de “n” cantidad de

portafolios, cada uno con distintas asignaciones de peso en los activos de inversión para graficar la frontera eficiente.

La tabla 15 incluye un resumen con los descriptivos básicos de media y desviación estándar para el período de Diciembre de 2014 a Noviembre de 2018. Aquí podemos ver que el producto con el rendimiento más alto corresponde al Oro con 12% anual aproximadamente, seguido de Plata con 8.7% y Renta Variable Internacional con 7.8%. Mientras que los productos con menor rendimiento (negativo) son FIBRAS, Energía y Renta Variable Nacional con pérdidas de 17%, 0.7% y 0.6% respectivamente.

Tabla 15. Estadísticos Descriptivos

Tipo de Activo	Instrumento	Media	Desviación Estandar	Rend/Desv
Deuda Gubernamental	Cetes 28*	5.249%	1.9308%	2.72
	Bono M10 ⁴	6.760%	0.8400%	8.05
	Bono M5	6.401%	1.0572%	6.05
	Bono M20 ⁴	7.148%	0.6432%	11.11
	Udibono 10Y ⁴	3.212%	0.3888%	8.26
	S&P/BMV			
Deuda Nacional	CORPOTRAC	5.418%	7.8732%	0.69
Renta Variable Nacional	IPC ²	-0.622%	44.1936%	-0.01
Deuda Internacional**	S&P Bond Index	2.083%	12.0744%	0.17
Renta Variable Internacional**	S&P Index ¹	7.778%	36.1992%	0.21
FIBRAS	FIBRA UNO ^{2,3}	-17.317%	64.7868%	-0.27
Mercancías	GAS ³	0.259%	101.0112%	0.00
	PLATA ^{1,3}	8.737%	70.8660%	0.12
	ORO ¹	12.004%	57.7296%	0.21
	ME ²	-0.708%	48.7344%	-0.01

Fuente: Elaboración propia con información de fuentes secundarias de Diciembre de 2014 a Noviembre de 2018.

Notas:

¹ Productos con el más alto rendimiento

² Productos con el más bajo rendimiento

³ Productos con la más alta volatilidad

⁴ Productos con la más baja volatilidad

En cuanto a la medición del riesgo, los instrumentos más volátiles corresponden a productos clasificados como Mercancías (Gas y Plata) y FIBRAS con valores de 101%, 70% y 64% respectivamente, mientras que los menos volátiles corresponden a instrumentos gubernamentales tales como Udibonos, Bono M20 y M10 con 0.39%, 0.64% y 0.84% respectivamente.

Cabe destacar que la diferencia respecto a los valores de media y desviación estándar obtenidos en la tabla 13 se deben al periodo de información utilizada, en el caso de la tabla 13 corresponde al promedio del año 2017 mientras que la tabla 15 contiene datos del período de Diciembre de 2014 a Noviembre de 2018; como es de esperarse la primera tabla presenta valores considerablemente mayores dados los escenarios alcistas y volátiles que se presentaron en México desde 2017.

Con los datos de la tabla 15 podríamos determinar el rendimiento y la desviación estándar de portafolios que inviertan el 100% en un activo determinado, por ejemplo, un portafolio invertido al 100% en Oro sería el más rentable mientras que aquel que invierte al 100% en FIBRAS tendría el menor rendimiento (incluso negativo).

Sin embargo, por lo expuesto en el capítulo 1 en la tabla 2 sabemos que existen restricciones que limitan la inversión a 10% en el caso del Oro y las FIBRAS respectivamente así como otros límites para el resto de los productos. Lo que se pretende encontrar con el análisis de la frontera eficiente es determinar los porcentajes de asignación ideales u óptimos para minimizar el riesgo y maximizar la ganancia tomando en cuenta los límites de inversión, rendimientos y desviación estándar de cada activo.

La tabla 16 muestra las expresiones algebraicas necesarias para encontrar el portafolio óptimo incluyendo las restricciones de inversión mismas que serán resueltas mediante la herramienta solver de excel.

Tabla 16. Cálculo de Frontera Eficiente con restricciones

$$\text{Minimizar: } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}(r_i, r_j) \quad (3.2)$$

$$\text{Sujeto a: } E(r_p) = \bar{r}_p = E(\sum_{i=1}^n w_i r_i) \quad (3.1)$$

$$W_{DG} \leq 1.0 \quad (3.3)$$

$$W_{RVN} + W_{RVI} \leq 0.45 \quad (3.4)$$

$$W_{RVI} \leq 0.2 \quad (3.5)$$

$$W_{DN} \leq 0.3 \quad (3.6)$$

$$W_{DI} \leq 0.2 \quad (3.7)$$

$$W_{DI} + W_{RVI} \leq 0.2 \quad (3.8)$$

$$W_{FI} \leq 0.1 \quad (3.9)$$

$$W_M \leq 0.1 \quad (3.10)$$

$$W_i \geq 0 \quad (3.11)$$

Fuente: Elaboración propia 2018.

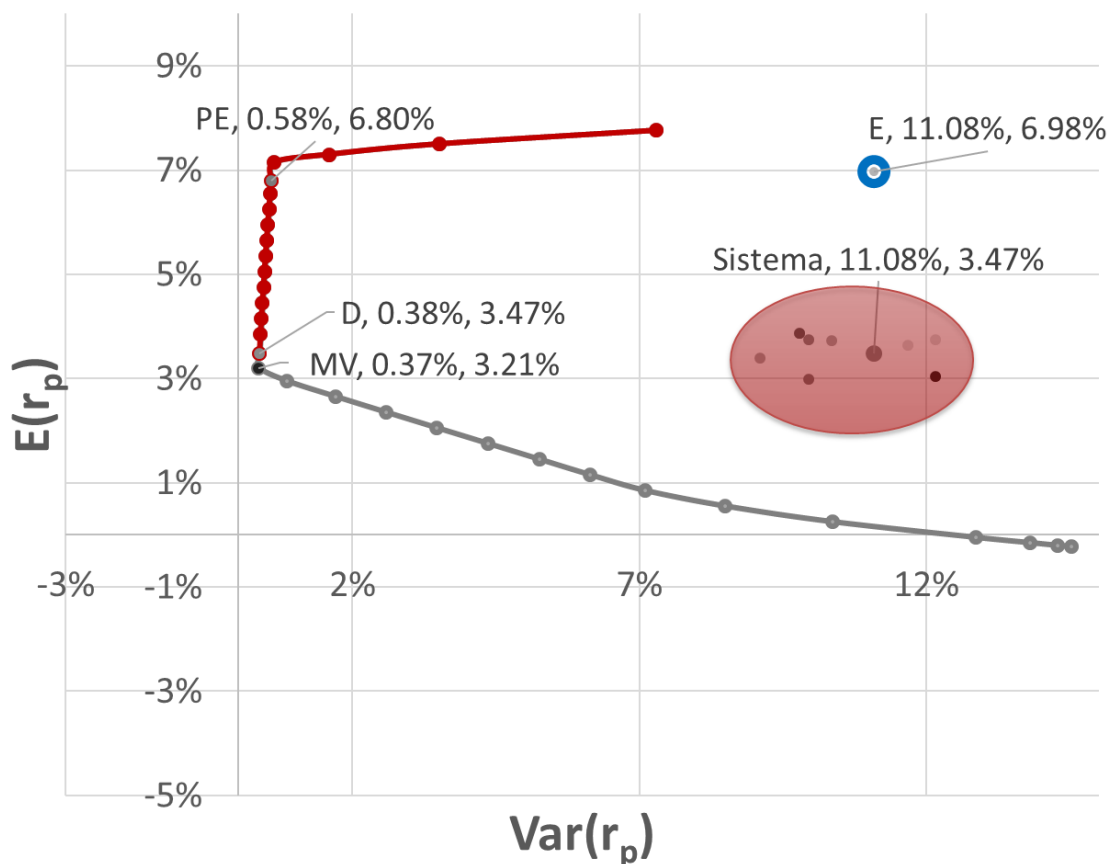
Para obtener la varianza del portafolio será necesario determinar las matrices de covarianza y correlación que pueden verse en el anexo 1 y 2 respectivamente. En dicha matriz se puede observar que los instrumentos muestran correlaciones bajas excepto cuando pertenecen a un mismo tipo de producto tal es el caso de los activos Gubernamentales y las Mercancías, sin embargo, se conservarán las variables dado que en la práctica son utilizados de manera constante por las SIEFORE y además corresponden a distintos plazos.

Los resultados del proceso de optimización se pueden ver en la figura 6 que muestra el gráfico de la frontera eficiente e incluye también la ubicación de las SIEFORE vigentes en el mercado con base en información publicada por la CONSAR utilizando las ponderaciones que destinaron a cada uno de los activos analizados durante el período de abril de 2016 a febrero de 2018. (ver anexo 3).

También se observa como todas las SIEFORES se concentran en la región interna de la curva, por debajo de la frontera eficiente (línea sombreada) y en promedio incurren en un riesgo de 11.08% para acceder a un rendimiento de 3.47% anual, sin embargo, un portafolio dentro de la frontera eficiente lograría rendimientos de ese mismo valor, es decir 3.47%, incurriendo en un riesgo de tan sólo 0.38% anual

invirtiendo el 93% de sus recursos en Udibonos y 7% en Bonos M20 (punto D); o bien, podría alcanzar un rendimiento máximo de 6.98% (punto E) ante el mismo nivel de riesgo (11.08%) invirtiendo el 70% en Bonos M20, 20% en Renta Variable Internacional y 10% en Mercancías (ver anexo 4).

Figura 6. Frontera eficiente con restricciones



Fuente: Elaboración propia (2018).

PE: Portafolio eficiente con el máximo índice Sharpe (0.58%, 6.8%).

MV: Portafolio de mínima varianza (0.37%, 3.21%).

S: Portafolio Promedio del sistema SB4 (11.08%, 3.47%).

D: Portafolio con el mismo rendimiento que el sistema pero menor riesgo (0.38%, 3.47%).

E: Portafolio con el mismo riesgo que el sistema pero mayor rendimiento (11.08%, 6.98%).

La tabla 17 muestra la composición de los portafolios más relevantes graficados en la figura 6, contiene el portafolio promedio del sistema (Sistema), el portafolio con el mismo rendimiento que el sistema pero de mínimo riesgo (punto D), el portafolio que iguala el riesgo del sistema pero maximizando el rendimiento (punto E), el portafolio

que maximiza la relación rentabilidad-riesgo (punto PE) y el portafolio con el mínimo riesgo (punto MV).

Como se puede observar en la tabla 17, la inversión de los portafolios seleccionados se concentra en instrumentos de Deuda Gubernamental, de tal forma que el portafolio que maximiza la relación de riesgo-rendimiento (PE), ofrece un retorno de 6.8% con una desviación de 0.58% y está compuesto de 91% de activos del tipo Bonos M20 y 8% de Udibonos, mientras que el portafolio con la desviación más pequeña conocido como portafolio de Mínima Varianza (MV) incurre en un riesgo de 0.37% ofreciendo un rendimiento de 3.21% invirtiendo el 100% de los recursos en Udibonos.

Tabla 17. Composición de portafolios con restricciones

	Sistema	Rend Sistema	Riesgo Sistema	Portafolio Eficiente	Mínima Varianza
Cetes	4%	0%	0%	0%	0%
Bonos M	17%	7%	70%	91%	0%
Udibonos	26%	93%	0%	8%	99%
Deuda Nacional	18%	0%	0%	0%	0%
Renta Variable Nacional	8%	0%	0%	0%	0%
Deuda Internacional	1%	0%	0%	0%	0%
Renta Variable Intl.	18%	0%	20%	0%	0%
FIBRAS	7%	0%	0%	0%	0%
Mercancías	0%	0%	10%	0%	0%
Rendimiento	3.47%	3.47%	6.98%	6.80%	3.21%
Desviación Estándar	11.08%	0.38%	11.08%	0.58%	0.37%
Rendimiento/Desviación	31%	914%	63%	1167%	872%

Fuente: Elaboración propia (2018).

Nota: El anexo 4 muestra el resto de los portafolios graficados.

El rendimiento promedio del sistema se ubica en 3.47% con un riesgo de 11.08%. De acuerdo con el análisis, la curva de eficiencia no ubica instrumentos para ese nivel de riesgo dentro de la frontera eficiente dado que la curva se aplana y los rendimientos que obtenemos con riesgos mayores de 7.3% los replica la curva en sus valores de rendimiento hacia la derecha, como es el caso del portafolio de mínima varianza (MV). Sin embargo, para fines ilustrativos se obtuvo el portafolio que iguala

el nivel de riesgo del sistema (11.08%) maximizando el rendimiento con un valor de 6.98% (punto E); es decir 351 puntos base adicionales.

Como se comentó al inicio de esta sección, el principal objetivo de este primer análisis se encuentra alineado con la hipótesis adicional (H_A) y consiste en determinar si las AFORE han utilizado de manera eficiente los límites de inversión establecidos en la regulación por parte de las AFORE.

Con la información de la tabla 17 se demuestra que no es el caso y que un portafolio invertido al 100% en instrumentos Gubernamentales (punto PE) hubiera dado mejores resultados optimizando la relación de riesgo/rendimiento duplicando el rendimiento (de 3.47% a 6.8%) y disminuyendo considerablemente el riesgo (11.08% a 0.58%). Por lo anterior se rechaza la primera hipótesis que establece que las AFORE han utilizado de manera eficiente los límites en el régimen de inversión.

4.2.4. Construcción de la Frontera Eficiente sin restricciones

El siguiente análisis tiene por objetivo responder las dos preguntas de investigación restantes: “¿ha sido eficiente el régimen de inversión de las AFORE? y ¿qué cambios, de ser necesarios, deberían implementarse en el régimen de inversión para hacerlo más eficiente?”

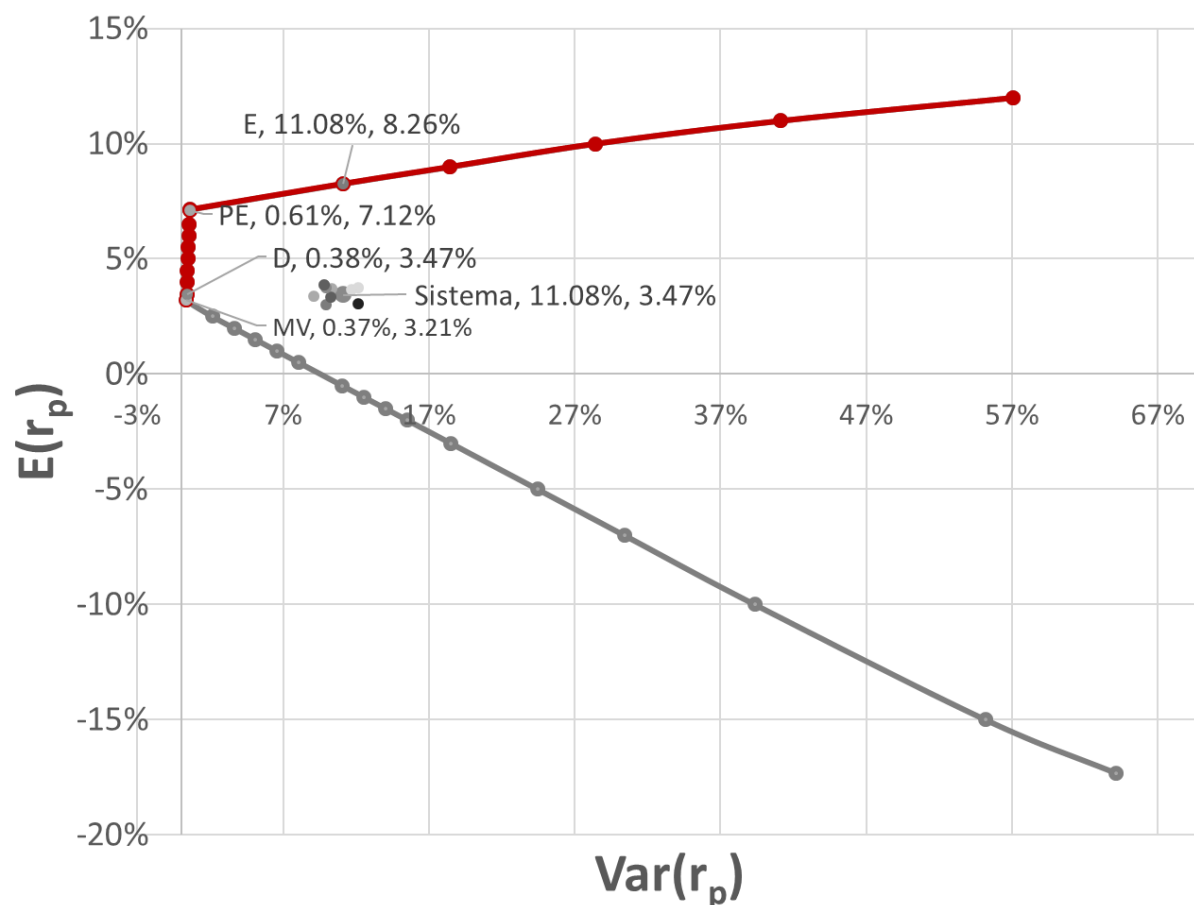
En total se realizarán siete análisis con sus respectivas fronteras eficientes; en la primer corrida se eliminarán todos los límites de inversión de manera conjunta y posteriormente se replicará el análisis eliminando los límites de manera individual por tipo de activo dejando el resto sin cambio.

La figura 7 muestra la frontera eficiente resultante de eliminar todos los límites de inversión, en la gráfica se puede observar cómo la curva se abre y se prolonga señalando una área de oportunidad para crear portafolios más eficientes.

En general las coordenadas del portafolio de mínima varianza (MV) y el portafolio (D) que minimiza el riesgo conservando el mismo rendimiento del sistema (3.47%) no cambian respecto al análisis realizado conservando las restricciones de inversión. Sin embargo, si observamos el portafolio eficiente (punto PE) tenemos una

ligera mejora en el rendimiento pasando de 6.8% con restricciones a 7.12% eliminando los límites.

Figura 7. Frontera eficiente sin límites



Fuente: Elaboración propia (2018).

PE: Portafolio eficiente con máximo índice Sharpe (0.61%, 7.12%).

MV: Punto de mínima varianza (0.38%, 3.4%).

S: Sistema de SIEFORE SB4 (11.08%, 3.47%).

D: Portafolio con el mismo rendimiento que el Sistema pero menor riesgo (0.38%, 3.47%).

E: Portafolio con el mismo riesgo que el Sistema pero mayor rendimiento (11.08%, 8.26%).

Aunado a lo anterior, al eliminar las restricciones de inversión, la curva se abre y nos da oportunidad de acceder a mayores rendimientos dentro de la frontera eficiente, esto se ve claramente en el nuevo punto (E) que incurre en el mismo nivel de riesgo que el sistema (11.08%) pero ofreciendo un rendimiento de 8.26%, es decir aumentando 128 puntos base con respecto al punto (E) que se obtuvo considerando

las restricciones, que dicho sea de paso, no entraba dentro de la frontera eficiente en el análisis que consideraba los límites.

La figura 7 nos muestra una frontera eficiente que sobrepasa valores de rendimiento del 10% mientras que en la figura 6 el máximo rendimiento no superaba el 7.8%; sin embargo, el riesgo también se eleva de manera proporcional y la sección de pérdidas se expande considerablemente como resultado de la liberación en el régimen de las FIBRAS.

La tabla 18 muestra la composición del portafolio promedio del Sistema así como la propuesta de portafolio que incurre en el mismo riesgo del Sistema pero que se ubica dentro de la frontera eficiente (punto E) conservando los límites de inversión (CR) y eliminándolos (SR). También incluye su rendimiento, desviación estándar y su índice de desempeño.

Tabla 18. Composición de los portafolios sin restricciones

	Sistema	Riesgo Sistema (CR¹)	Riesgo Sistema (SR²)
Cetes	4%	0%	0%
Bonos M	17%	70%	61%
Udibonos	26%	0%	0%
Deuda Nacional	18%	0%	0%
Renta Variable Nacional	8%	0%	0%
Deuda Internacional	1%	0%	0%
Renta Variable Internacional	18%	20%	18%
FIBRAS	7%	0%	0%
Mercancías	0%	10%	21%
Rendimiento	3.47%	6.98%	8.26%
Desviación Estándar	11.08%	11.08%	11.08%
Rendimiento/Desviación	31%	63%	75%

Fuente: Elaboración propia 2018.

Notas:

El anexo 5 muestra el resto de los portafolios graficados.

¹CR: Con restricciones

² SR: Sin restricciones

Como se puede observar en la tabla 18, la variedad de productos que incluyen las AFORE en sus portafolios, representados en la columna Sistema, abarca toda la

gama de productos permitidos en la regulación dejando solamente fuera o con muy bajo porcentaje a las Mercancías y la Deuda Internacional.

Sin embargo, cuando hacemos el análisis de mínima varianza detectamos que para el mismo nivel de riesgo que obtiene el Sistema se pueden alcanzar niveles de rendimiento de 6.98% en lugar de 3.47% que es lo que en promedio obtienen todas las SIEFORE. Este valor aumenta cuando eliminamos las restricciones alcanzando un valor de 8.26% y en ambos casos, esto se logra invirtiendo solamente en tres productos: Bonos M, Renta Variable Internacional y Mercancías. La asignación de recursos en el portafolio con restricciones es de 70%, 20% y 10% respectivamente, mientras que al eliminar las restricciones las ponderaciones ascienden a 61%, 18% y 21%.

La información de la tabla 18 constituye la evidencia para no rechazar la hipótesis de trabajo que establece lo siguiente: “Un cambio en los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos”.

Como podemos ver en la tabla 18, el renglón de Mercancías está subestimado por las SIEFORE que prácticamente lo descartan como estrategia de inversión y que al realizar el análisis de mínima varianza se destaca como una opción atractiva e incluso para considerar un incremento en la línea de inversión permitida.

En resumen, el análisis sugiere la posibilidad de acceder a portafolios más eficientes si se modifican los límites de inversión en específico para el tipo de producto de Mercancías.

4.2.5. Construcción de la Frontera Eficiente sin restricciones por activo

Mediante el análisis de la sección anterior, se detectó un portafolio que logra mejores rendimientos que los alcanzados por el sistema actual y que está compuesto de 61% de Bonos M, 18% de inversión en Renta Variable Internacional y 21% en Mercancías. Dada esta composición sólo sería necesario corregir los límites en Mercancías puesto que es el único que se excede del tope permitido del 10%.

Sin embargo, permanece la interrogante acerca de que sucede con el consumo de límites si eliminamos las restricciones de manera individual dejando el resto de los

límites intactos. Ante esta situación existe la posibilidad que la inversión de otro tipo de activo exceda los límites establecidos.

El siguiente análisis consiste en calcular el gráfico de frontera eficiente eliminando el límite por cada activo de forma individual dando como resultado la figura 8 en donde se muestran en total seis gráficos de fronteras eficientes.

El objetivo de este análisis será complementar el resultado de la pregunta de investigación ¿Qué cambios, de ser necesarios, deberían implementarse en el régimen de inversión de las AFORE para hacerlo más eficiente?, así como también dando respuesta a las seis hipótesis específicas establecidas en el capítulo referente a cada uno de los tipos de productos analizados (H_{RVN} , H_{RVI} , H_{DN} , H_{DI} , H_{BR} y H_M)

Como podemos observar en la figura 8, las gráficas a), c) y d) que corresponden a los análisis en donde se eliminó el límite de los activos Renta Variable Nacional, Deuda Nacional y Deuda Internacional respectivamente, no presentan cambios respecto a la figura 6 en donde se conservan los límites de inversión, por lo tanto podríamos concluir que para estos productos un cambio en los límites de inversión no representa mejoras significativas en cuanto a eficiencia de portafolio y por lo tanto, se encuentra evidencia para rechazar las siguientes hipótesis:

H_{RVN} : Un aumento en el límite de inversión de Renta Variable Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4; (SE RECHAZA)

H_{DN} : : Un aumento en el límite de inversión de Deuda Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4; (SE RECHAZA)

H_{DI} : : Un aumento en el límite de inversión de Deuda Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4; (SE RECHAZA)

En el caso de FIBRAS, el gráfico e) muestra un cambio notable en la parte inferior donde las pérdidas se prolongan de manera significativa por lo que una ampliación de límites para este producto no sólo no beneficia, sino que no es

recomendable invertir en estos productos que en promedio muestra rendimientos negativos para el período analizado. Dándose por descartada la hipótesis específica correspondiente:

H_{BR}: Un aumento en el límite de inversión en FIBRAS CKD's y Estructurados contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio SB4 (SE RECHAZA).

Finalmente, en el caso de Renta Variable Internacional y Mercancías el comportamiento es diferente. Para Renta Variable Internacional, el gráfico b) de la figura 8, muestra que se puede alcanzar un rendimiento de 7.84% incurriendo en el mismo riesgo actual del sistema (11.08%).

Respecto a MERCANCÍAS, el gráfico f) muestra como la gráfica se expande en la parte superior mostrando la capacidad de acceder a mayores rendimientos, aunque también incurriendo en mayores riesgos. Sin embargo, el rendimiento alcanzado bajo el mismo riesgo que el sistema es aún mayor que Renta Variable Internacional, logrando un valor de 8.26%.

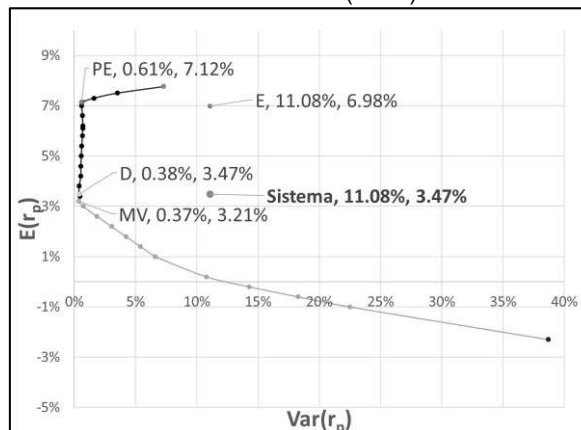
Con base en lo anterior, no existe sustento para rechazar las hipótesis H_{RVI} y H_{IM} , aunque respecto a la primera es necesario ser cautelosos puesto que sólo se recomienda un aumento siempre y cuando el activo Mercancías no justifique también un aumento ya que como se verá en la tabla 19, al liberar Mercancías, la inversión que se destinaba a Renta Variable Internacional se cancela.

H_{RVI}: Un aumento en el límite de inversión en Renta Variable Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

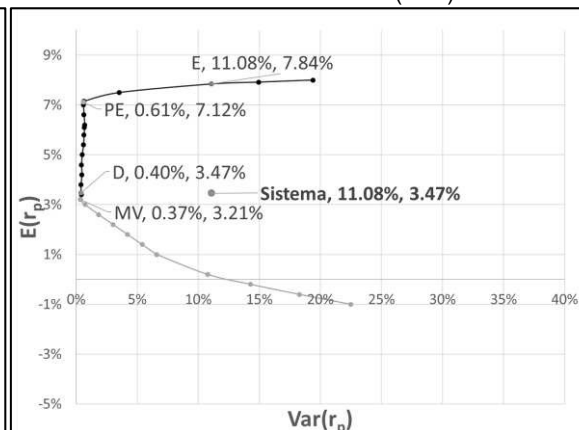
H_{IM}: Un aumento en el límite de inversión en Mercancías contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

Figura 8. Frontera eficiente sin límites por tipo de activo.

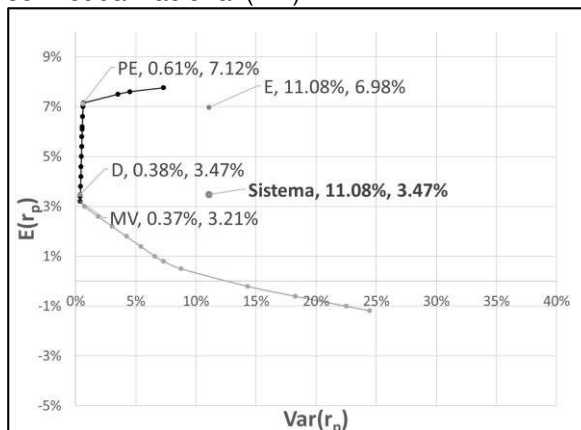
8a. Renta Variable Nacional (RVN)



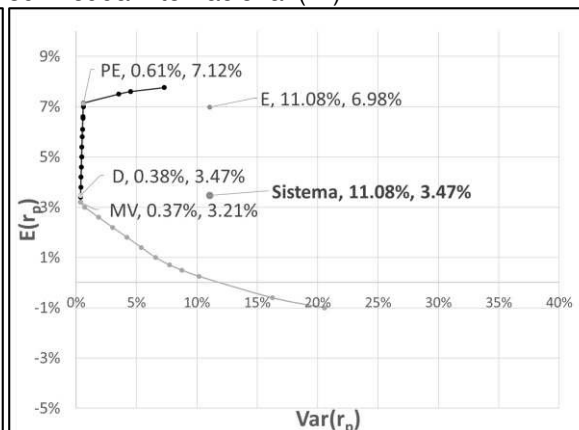
8b. Renta Variable Internacional (RVI)



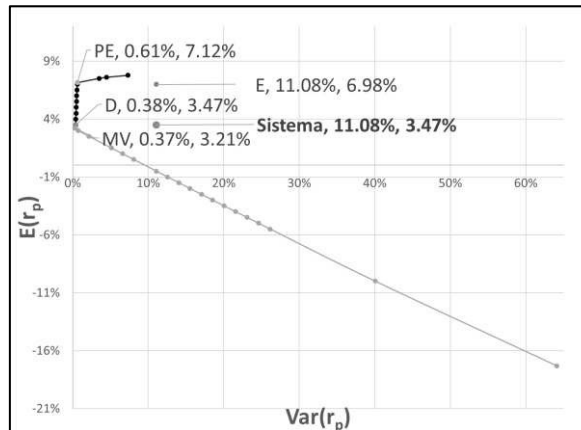
8c. Deuda Nacional (DN)



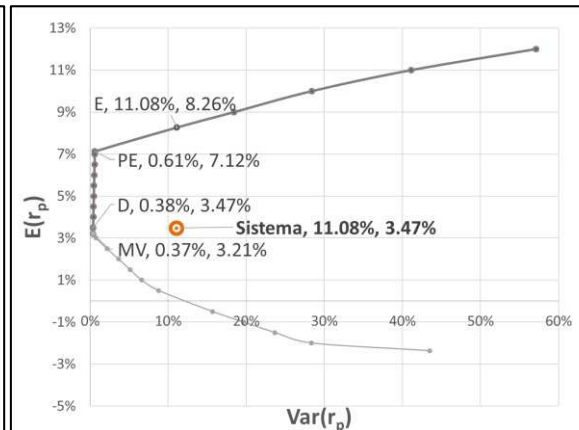
8d. Deuda Internacional (DI)



8e. FIBRAS



8f. MERCANCIAS



Fuente: Elaboración propia (2018).

La tabla 19 muestra la composición del portafolio (E), es decir, aquel que con el mismo riesgo del sistema ofrece un rendimiento superior, para cuatro de los escenarios analizados en la figura 8.

Tabla 19. Composición de los portafolios (Mercancías y Renta Variable Intl.)

	Sistema	Sin Limites	Mercancías	Renta Variable Intl.
Cetes	4%	0%	0%	0%
Bonos M	17%	61%	61%	57%
Udibonos	26%	0%	0%	0%
Deuda Nacional	18%	0%	0%	0%
Renta Variable Nac.	8%	0%	0%	0%
Deuda Intl.	1%	0%	0%	0%
Renta Variable Intl.	18%	18%	18%	33%
FIBRAS	7%	0%	0%	0%
Mercancías	0%	21%	21%	10%
Rendimiento	3.47%	8.26%	8.26%	7.84%
Desviación Std.	11.08%	11.08%	11.08%	11.08%
Rend./Desviación	31%	75%	75%	71%

Fuente: Elaboración propia (2018).

El primer escenario corresponde al portafolio con inversiones promedio del sistema conservando las restricciones de inversión, en el segundo escenario se eliminan todos los límites, en el tercero y el cuarto se eliminan para Mercancías y Renta Variable Internacional respectivamente.

Como podemos ver en la tabla 19, existen dos instrumentos que pueden generar mayores rendimientos: Mercancías y Renta Variable Internacional. A pesar de que Renta Variable Internacional genera un mayor rendimiento si utilizamos un límite de 33%, la realidad es que esta ventaja desaparece cuando liberamos los límites de Mercancías, en ese momento, la inversión adicional en Renta Variable Internacional se traslada a Mercancías. En el caso de Mercancías, se recomienda incrementar el límite al menos a 20% así como explotar este activo por parte de las administradoras ya que, aunque su volatilidad es, después de FIBRAS, la más alta con un valor de 50%, el índice de eficiencia es mayor que el presentado actualmente por el promedio de las SIEFORE.

4.3. Resumen de Comprobación de Hipótesis

De acuerdo con los análisis realizados podemos resumir que la evidencia científica no permite rechazar tres de las hipótesis planteadas que se enuncian a continuación y que corresponden a los límites de inversión de las SIEFORE SB4:

H_T: Un cambio en los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos.

H_{IM}: Un aumento en el límite de inversión de Mercancías contribuye a mejorar la eficiencia a la generación de rendimientos.

H_{RVI}: Un aumento en el límite de inversión de Renta Variable Internacional contribuye a mejorar la eficiencia a la generación de rendimientos.

Al eliminar los límites de inversión en conjunto pudimos detectar que es posible mejorar el nivel de rendimiento sin incurrir en riesgos elevados, en específico al anular la restricción para el instrumento de Mercancías y asignarle un peso de 21% se puede elevar el rendimiento en 479 puntos base.

Cabe señalar que el activo Mercancías ha sido poco explotado por las SIEFORE. De acuerdo al anexo 3, la mayoría de las AFORE no destina ni el 1% a este producto, sin embargo, para los portafolios de las fronteras eficientes con y sin restricciones la asignación de peso para este instrumento fue de 10% y 21% respectivamente; concluyendo que es conveniente incrementar el límite de este activo que actualmente es de 10% así como incentivar a las administradoras a explotar este producto.

En el caso del activo Renta Variable Internacional, aumentar el límite a 33% contribuye con 437 puntos base en la variable rendimiento por lo que a simple vista sería recomendable un incremento; sin embargo, es importante considerar que el análisis sugiere un incremento de 33% siempre y cuando no se eleve la proporción destinada a Mercancías.

Esto concuerda con los resultados de investigaciones previas de Davis, E. P. (2002), Rivas-Ilosa, R. (2002), Hu, Y.-W. (2006) y Pfau, W. D. (2011) e incluso de la OCDE quienes promueven el uso de la inversión extranjera por encima de otros productos. Sin embargo, de acuerdo con el análisis realizado, el activo Mercancías pudiera robarle participación aunque esto quedaría a discreción de cada administradora.

Para el resto de las hipótesis específicas no encontramos evidencia que indique una relación entre el límite establecido y una falta de eficiencia en el rendimiento de la SIEFORE SB4 por lo tanto, se rechazan. Las siguientes hipótesis caen en este grupo.

H_{RVN}: Un aumento en el límite de inversión de Renta Variable Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{DN}: Un aumento en el límite de inversión en Deuda Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{DI}: Un aumento en el límite de inversión en Deuda Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

H_{BR}: Un aumento en el límite de inversión en FIBRAS CKD's y Estructurados contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio de la SIEFORE SB4;

En el caso de Renta Variable Nacional, el límite de inversión para el portafolio es de 45% y en ninguno de los casos analizados (portafolios con y sin restricciones) se alcanzó a consumir en su totalidad este límite, por lo tanto, se concluye que el límite es adecuado y es posible dada la evidencia rechazar esta hipótesis.

Por otro lado, de acuerdo con el análisis, la inversión en Deuda Nacional y Extranjera y el activo de FIBRAS tampoco forman parte de la frontera eficiente, en todos los casos el porcentaje asignado fue de 0% concluyendo que, de acuerdo con el comportamiento observado en estos insumos, no es momento de revisar su límite.

En cuanto a la hipótesis adicional (H_A), la cual establece que las AFORE han utilizado de manera eficiente los límites de inversión generando rendimientos de manera eficiente, al graficar el desempeño (riesgo-rendimiento) de las SIEFORE vigentes en el mercado detectamos que, de acuerdo con el análisis de mínima varianza realizado, sus decisiones de inversión las han conducido a alcanzar rendimientos por debajo del nivel óptimo dado el nivel de riesgo en que incurren; por lo tanto, esta hipótesis también es rechazada.

La tabla 20 muestra un resumen de lo expuesto en esta sección.

Tabla 20. Tabla resumen de comprobación de hipótesis

Hipótesis	Resultado
H _T : Un cambio en los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos.	No se rechaza
H _{IM} : Un aumento en el límite de inversión en Mercancías contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos.	
H _{RVI} : Un aumento en el límite de inversión en Renta Variable Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio SB4;	
H _{RVN} : Un aumento en el límite de inversión de Renta Variable Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio SB4;	Se rechaza
H _{DN} : Un aumento en el límite de inversión en Deuda Nacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio SB4;	
H _{DI} : Un aumento en el límite de inversión en Deuda Internacional contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio SB4;	
H _{BR} : Un aumento en el límite de inversión en FIBRAS CKD's y Estructurados contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos en el portafolio SB4;	
H _A : Las AFORE han utilizado de manera eficiente los límites en el régimen de inversión.	

Fuente: Elaboración propia (2018).

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

Como resultado de la implementación en 1997 del sistema de Contribución Definida en el sistema de pensiones de México, se estima una disminución considerable en el monto de las pensiones a recibir alcanzando valores en la Tasa de Reemplazo de entre 7% y 23%.

Entre las diferentes variables que afectan a este indicador se encuentra la gestión de los fondos; es decir, la forma en que las decisiones de inversión de los administradores de las SIEFORE se traducen en rendimientos generados en las cuentas de ahorro de los trabajadores y por ende en el monto de su pensión y de su Tasa de Reemplazo.

Estas habilidades gerenciales están limitadas por las Disposiciones de Carácter General que emite la CONSAR y que establecen el régimen de inversión al que deberán sujetarse las SIEFORE mismas que se actualizan como resultado de las principales prácticas a nivel internacional y de las recomendaciones de organismos como la OCDE.

Recientemente, las recomendaciones giran en torno a una mayor promoción de la inversión extranjera en los portafolios de inversión de las SIEFORE. Así lo expresa la OCDE en su estudio sobre pensiones en 2015 y más recientemente la CONSAR en los retos expuestos en 2018.

Sin embargo, al revisar la literatura no todos las investigaciones coinciden con las recomendaciones de la CONSAR y la OCDE, autores como Srinivas, P. S. (1999), Pereda, J. (2007), Ortiz, M. D. (2010), García, C. (2011) y Chirinos, M. (2015) consideran que la inversión doméstica basta para generar rendimientos competitivos; otra postura que ha tomado relevancia en la actualidad consiste en invertir en instrumentos de bienes raíces, autores como Firstenberg (1998) y Andonov (2013) exponen sus conclusiones a favor de este activo. Cabe señalar que no todos los autores contradicen las recomendaciones de la OCDE y la CONSAR, autores como Brinson, G. (1995), Vittas, D. (1996), Uttof, A. (1997), Davis, E. P. (2002), Rivas-Ilosa, R. (2002), Hu, Y.-W. (2006) y Pfau, W. D. (2011), se pronuncian a favor de incentivar la inversión extranjera.

Ante esta situación surgen los siguientes cuestionamientos que constituyen la Pregunta Central de la presente investigación: ¿Ha sido eficiente el régimen de inversión de las AFORE en México? ¿Ha sido utilizado de manera eficiente estos límites por parte de las AFORE? y finalmente, ¿Qué cambios, de ser necesarios, deberían implementarse en el régimen de inversión de las AFORE para hacerlo más eficiente?

Para contestar estas preguntas nos planteamos una serie de hipótesis que buscan demostrar la eficiencia del régimen de inversión permitido y el impacto de eliminar los límites establecidos.

Haciendo uso del análisis de mínima varianza de Markowitz, se analizó la composición óptima del portafolio de la SIEFORE SB4 en México para el periodo de diciembre de 2014 a noviembre de 2018. Esta información nos permitió obtener una serie de posibles combinaciones de portafolios con los activos disponibles encontrando la cartera eficiente.

Sorpresivamente, los resultados indican que todas las SIEFORES vigentes en el mercado se encuentran por debajo de la línea de la frontera eficiente, contestando así la segunda pregunta de investigación y la hipótesis adicional H_A referente a si las AFORE han utilizado de manera eficiente los límites de inversión. En promedio las SIEFORE SB4 logran rendimientos de tan solo 3.47% incurriendo en un riesgo de 11.08% bajo el período analizado mientras que el portafolio que incurre en el mismo riesgo que el sistema pero que maximiza el rendimiento alcanza un valor de 6.98%. Cabe señalar que este no es el portafolio más eficiente, incluso ni siquiera entra en la frontera eficiente que no muestra valores para riesgos mayores a 7.3%.

Respecto a la pregunta “¿ha sido eficiente el régimen de inversión de las AFORE?”, la hipótesis de trabajo (H_T) establece que un cambio en los límites de inversión de las SIEFORE SB4 en México contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de rendimientos; la evidencia sugiere que los límites impuestos a los activos genera pérdidas en rendimientos de hasta 146 puntos base para el período analizado, ya que al eliminar las restricciones se pudieran alcanzar retornos de 8.26% para el mismo nivel de riesgo que el sistema contra un valor de 6.8% que representa el portafolio más eficiente bajo los límites de inversión vigentes. Por lo tanto, bajo la

información analizada no es posible rechazar la hipótesis de trabajo puesto que al eliminar los límites si se genera un aumento de eficiencia.

Finalmente, para responder la tercera pregunta, “¿Qué cambios, de ser necesarios, deberían implementarse en el régimen de inversión de las AFORE para hacerlo más eficiente?”, el análisis mostró que sólo un tipo de activo es el responsable de generar retornos adicionales y nos referimos al activo de Mercancías que, de acuerdo con los resultados sería recomendable analizar un posible incremento pasando de 10% a 20% o bien una mayor difusión en su uso por parte de las administradoras.

De manera parcial, el activo Renta Variable Internacional también es capaz de generar mayores rendimientos; sin embargo, aunque el estudio sugiere un aumento de la línea a 33% la realidad es que este beneficio desaparece si se libera la proporción de inversión en Mercancías por lo que, aunque si se considera importante aumentar el límite, la inversión en este activo estaría sujeta a las condiciones de mercado y estrategia de inversión de cada AFORE.

El resto de las hipótesis específicas fueron rechazadas puesto que, de acuerdo con los resultados de esta investigación no es conveniente invertir en Deuda (Nacional o Internacional), Renta Variable Nacional y FIBRAS.

Desafortunadamente, el costo de modificar el porcentaje asignado a la inversión nacional (Deuda, Renta Variable o FIBRAS) tendría un impacto negativo para el desarrollo del país afectado el cumplimiento de uno de los objetivos de la creación del sistema de pensiones por Contribución Definida que consiste en procurar inversiones que fomenten el desarrollo económico del país. Sin embargo, de acuerdo con la evidencia, este tipo de inversión no es recomendable dados sus bajos rendimientos y alta volatilidad, al menos en el período analizado.

Los resultados que arroja este documento contradicen lo expuesto por autores que favorecen la inversión interna, ya que fuera de la inversión Gubernamental, el resto de los activos nacionales (FIBRAS, Deuda y Renta Variable Nacional) se debe tomar con cautela principalmente por cuestiones de inestabilidad política que pudieran afectar el desempeño de los activos.

Sin embargo, tal y como lo expuso Vittas en 1996, es importante considerar el círculo virtuoso generado en el país a raíz de la inversión interna por lo que este tipo de productos se deben mantener en el portafolio con cierta reserva como se ha hecho hasta el momento.

También resulta relevante lo expuesto por Uttof quien observa el grado de ineficiencia generado por las inversiones locales en los países en desarrollo y concluye que quizá es esta la razón por la cual este tipo de activos no parecen adecuados para conformar el portafolio de inversión de las SIEFORE. Se requiere entonces la creación de instrumentos nacionales competitivos que permitan cumplir con la doble meta del sistema de pensiones de otorgar productos rentables para los trabajadores y que a su vez se incentive el crecimiento del país.

El tiempo es limitado puesto que nos quedan 10 años para que empiece una ola importante de pensionados bajo este nuevo esquema; desafortunadamente, el modelo de Fondos de Ciclo de Vida en que se basan las SIEFORE solo agravará el problema puesto que los recursos se invertirán en instrumentos más conservadores con menor rendimiento afectando así el monto de las pensiones.

Al respecto, una estrategia alternativa pudiera ser la expuesta por Banda que consiste en portafolios espejo donde las inversiones cercanas a la jubilación sean de alto riesgo generando mayores rendimientos. Sin embargo, implementar una estrategia de este tipo debe estar altamente regulada puesto que se trata de las pensiones de los trabajadores cayendo nuevamente en restricciones por tipo de riesgos que merman los rendimientos.

Finalmente, algo que es importante tomar en cuenta es lo que concluye Davis respecto a la volatilidad de los mercados locales. De acuerdo con el autor, cuando nos acerquemos a fechas de jubilaciones masivas, se observará un alto grado de volatilidad y probables pérdidas en los mercados domésticos, por lo que debemos preparar los portafolios de las SIEFORE para esos escenarios aumentando la proporción de inversión extranjera.

En conclusión, este documento presenta evidencia matemática que sugiere ampliar o al menos aprovechar el rango del límite permitido en instrumentos del tipo Mercancías, en particular del oro y, con cierta cautela, el límite de Renta Variable

Internacional, en general el resto de los productos debería permanecer igual, sin aumento de límites y sólo se recomienda monitorear el ciclo de vida de los mercados internos y externos de manera que los portafolios capten las implicaciones de mantener determinada proporción de activos.

Futuras líneas de investigación.

Dentro de las limitaciones de este estudio encontramos la cantidad de insumos utilizados. Se recomienda para futuros análisis no sólo elevar la cantidad de activos sino la antigüedad de las bases de datos, ya que este estudio se vio limitado por la reciente inclusión de nuevos activos en el mercado financiero nacional tales como FIBRAS, CKDS y ESTRUCTURADOS mismos que, al no ser de alta bursatilidad tuvieron que eliminarse del estudio, tal es el caso de CKD's y Estructurados.

También se recomienda incluir restricciones de Riesgo de Crédito como es el caso de operaciones con determinadas contrapartes, calificaciones de activos y Valor en Riesgo (VaR). etc. que impactan las decisiones de inversión de los administradores y que limitan su campo de acción.

Otra recomendación consiste en replicar el estudio con técnicas de análisis más avanzadas tales como redes neuronales, algoritmos genéticos, etcétera; para comprobar las conclusiones propuestas en este estudio.

Finalmente, es importante considerar que, dada la volatilidad de los insumos, los resultados de este documento son aplicables a un periodo corto de tiempo por lo que para tomar decisiones acertadas se requiere replicar el estudio ya sea bajo esta misma metodología o cualquiera de las mencionadas en el párrafo anterior.

BIBLIOGRAFIA

- Andonov, A., Kok, N., & Eichholtz, P. (2013). A Global Perspective on Pension Fund Investments in Real Estate. *The Journal of Portfolio Management*, 39, 6, 32-42.
- Banda, O. H., González, G. L. M., & Gómez, H. D. (2014). Una aproximación de la teoría de portafolio a las SIEFORE en México. *Pensamiento & Gestión*, 36, 28-55.
- Banda, O. H. (2012). Aplicación de la teoría de las decisiones a las SIEFORES en México. *Innovaciones de Negocios*, 9(17): 001-21, 2012.
- Brinson, G. P., Hood, L. R., & Beebower, G. L. (1995). Determinants of Portfolio Performance. *Financial Analysts Journal*, 51, 1, 133.
- Castañón, V., & Ferreira, O. F. (2017). Densidades de cotización en el sistema de ahorro para el retiro en México. *Boletín*, volumen LXIII, número 3, 213-235. Recuperado de http://www.cemla.org/PDF/boletin/PUB_BOL_LXIII-03-04.pdf
- Centeno-Cruz, L. (2017). Evaluación del modelo de pensiones propuesto en la Ley del Seguro Social de 1997. *Análisis Económico*, vol. XXXII, núm. 81, septiembre-diciembre, 2017, pp. 93-118 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco Distrito Federal, México
- Chirinos, M. (2015). Does releasing foreign investment bounds improve the performance of pension funds?. Pontificia Universidad Javeriana. Cuadernos de Administración, 28 (50), 61-89. [http:// dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cao28-50.drfi](http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cao28-50.drfi)
- CONSAR (2013). ¿En qué activos han invertido las AFORE los recursos de los mexicanos? 2012-2018. Recuperado de <https://www.gob.mx/consar/articulos/en-que-activos-han-invertido-las-afore-los-recursos-de-los-mexicanos-2012-2018?idiom=es>
- CONSAR (2014). LAS COMISIONES QUE COBRAN LAS AFORE IMPORTAN...Y MUCHO. Recuperado de <https://www.gob.mx/consar/articulos/las-comisiones-que-cobran-las-afore-importan-y-mucho>
- CONSAR (2016). Distribución de cuentas por SIEFORE y Generación. Recuperado de: <https://www.gob.mx/consar/documentos/distribucion-de-cuentas-por-siefore-y-generacion>
- CONSAR (2016). El ahorro en una AFORE suficiente o insuficiente. Recuperado el 22 de Mayo de 2016 de <http://www.gob.mx/consar/articulos/el-ahorro-en-una-afore-suficiente-o-insuficiente>
- CONSAR (2017). Densidades de Cotización en el Sistema de Ahorro para el Retiro en México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/consar/documentos/densidades-de-cotizacion-en-el-sistema-de-ahorro-para-el-retiro-en-mexico-96763>.
- CONSAR (2018). Se publica por primera vez el rendimiento desagregado de las AFORE. Recuperado de <https://www.gob.mx/consar/prensa/se-publica-por-primera-vez-el-rendimiento-desagregado-de-las-afore?idiom=es>
- CONSAR (2018). Diagnóstico del sistema de ahorro para el retiro en México: Funcionamiento, Beneficios y Retos. Recuperado de: <https://www.gob.mx/consar/es/articulos/nuevo-documento-de-trabajo-diagnostico-del-sistema-de-ahorro-para-el-retiro-en-mexico-funcionamiento-beneficios-y-retos-173406?idiom=es>

- CONSAR (2018). Las Pensiones en México y el mundo. Recuperado de: <https://www.gob.mx/consar/documentos/las-pensiones-en-mexico-y-el-mundo>.
- CONSAR (2018). Rendimiento desagregado de las AFORE. Recuperado de: <https://www.gob.mx/consar/articulos/se-publica-reporte-trimestral-del-rendimiento-desagregado-de-las-afore-180928>.
- Davis, E. P., & Birkbeck College. (2002). Pension fund management and international investment - a global perspective. London: Pensions Institute.
- Dilley, M. (1938). Social, political, economic, and financial Implications of the administration of the old age reserve account of the social security act of 1935. A Thesis submitted to the faculty of the Department of Economics. University of Arizona.
- Estrada, J. (2014). The glidepath illusion: An international perspective. *Journal of Portfolio Management*, 40, 4, 52-64.
- Firstenberg, P.M., S.A. Ross and R.C. Zisler, (1988). Real Estate: The Whole Story *Journal of Portfolio Management*; Spring 1988; 14, 3; ProQuest Central pg. 2
- Fondo Monetario Internacional, ed. (2018). «Report for Selected Countries and Subjects». Disponible en <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2018/02/weodata/index.aspx>
- García, C. (2011). Optimización de portafolios de pensiones en Colombia: el esquema de multifondos, 2003-2010. (*Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*; Vol 15 No 33 (2011); 139-183.) Universidad EAFIT.
- García, M. (2015). Consideraciones sobre la evolución y retos del Sistema de Ahorro para el Retiro. Fundación de Estudios Financieros-FUNDEF, A.C. Disponible en: http://fundef.org.mx/sites/default/files/fundeforgmx/paginas/archivos/evolucionyretosdelsar_0.pdf
- Hu, Y.-W. (2006). Pension fund investment and regulation: A macro study. Uxbridge: Brunel Univ. West London, Brunel Business School.
- Jarque, Carlos M.; Bera, Anil K. (1980). «Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals». *Economics Letters* 6 (3): 255-259. doi:10.1016/0165-1765(80)90024-5.
- Ibarra, G. (2006). Un enfoque de modelación de datos para evaluar la viabilidad financiera del nuevo sistema de pensiones en México. Concurso CONSAR 2006.
- Markowitz, H. (March 01, 1952). PORTFOLIO SELECTION*. *The Journal of Finance*, 7, 1, 77-91.
- Martínez K. (2018). TASA DE REEMPLAZO: Un análisis prospectivo y por segmento de la Tasa de Reemplazo para las Administradoras de Fondos de Ahorro para el Retiro en México. *Revista Innovaciones UANL*.
- OCDE (2015). Pensions at a Glance 2015. Recuperado el 10 de febrero de 2017 de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61968/sistema_de_pensiones_2016.pdf
- OCDE. (2016). Estudio de la OCDE sobre los sistemas de pensiones: México. Centro de la OCDE en México para América Latina. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250017.es>
- Ortiz, M. D., Chirinos, M., & Hurtado, Y. (2010). La frontera eficiente y los límites de inversión para las AFP: Una nueva mirada = The efficient frontier and the limits

- on investment for Pension Plan Administrators (AFP) : a new perspective. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15, 29.)
- Pereda, J. (2007). Estimación de la frontera eficiente para las AFP en el Perú y el impacto de los límites de inversión: 1995 - 2004. Lima: Banco Central de Reserva del Perú.
- Pfau, W. (2015). Emerging Market Pension Funds and International Diversification. GRIPS Policy Information Center.
- Rivas-Ilosa, R. & Camargo, G (2002). Límites de inversión para las AFP: ¿Son financieramente eficientes? *Punto de equilibrio*, Año 11(79),40-41.
- Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13, 3, 341-360
- Sharpe, F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, *Journal of Finance*, 19 (3), 425-442
- Solís, F. (2000). Sistemas de pensiones en México: la agenda pendiente. *Gaceta de Economía*(número especial), 187-295.
- Srinivas, P. S., & Yermo, J. (1999). Do investment regulations compromise pension fund performance?: Evidence from Latin America. Washington, D.C: World Bank.
- Uttof, A. W. (1997). Reformas a los sistemas de pensiones, mercado de capitales y Ahorro. *Revista de la CEPAL*, (63), Diciembre.
- Valmer (2012). Índice de Bonos Corporativos, Valmer. Disponible en http://www.valmer.com.mx/VAL/Web_Benchmarks/Docs/FOLLETO_VLMR_CORPOTRAC.pdf.
- Vásquez, C. G. P. (2012). Pensiones en México: La próxima crisis. México, DF : Siglo Veintiuno Editores, 2012.
- Villagómez, A. (2008a), "La reforma al sistema de pensiones del IMSS: Una revisión de los avances y pendientes", mimeo.
- Vittas, D. (1996). Pension Funds and Capital Markets: Investment Regulation, Financial Innovation, and Governance. Washington, DC: World Bank.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de covarianza (cifras en porcentajes).

	Plata	Oro	Cete	DI	DN	EN	BR	Gas	M10	M20	RVI	RVN	Udib onos	M5
Plata	.341	.229	-.002	.020	-.007	.064	-.058	-.050	-.001	-.001	-.025	-.039	.000	-.001
Oro	.229	.227	-.001	.007	-.007	.021	-.084	-.108	.000	.000	-.053	-.060	.000	-.001
Cetes	-.002	-.001	.000	.000	.000	.001	-.001	.003	.000	.000	.001	-.001	.000	.000
DI	.020	.007	.000	.010	.002	-.003	.016	.002	.000	.000	.006	.007	.000	.000
DN	-.007	-.007	.000	.002	.004	-.006	.013	-.014	.000	.000	.000	.005	.000	.000
EN	.064	.021	.001	-.003	-.006	.161	-.013	.144	.000	.000	.031	.005	.000	.000
BR	-.058	-.084	-.001	.016	.013	-.013	.285	.034	.000	.000	.023	.088	.000	.000
Gas	-.050	-.108	.003	.002	-.014	.144	.034	.694	.000	.000	.106	.099	.000	.001
M10	-.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
M20	-.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
RVI	-.025	-.053	.001	.006	.000	.031	.023	.106	.000	.000	.089	.050	.000	.000
RVN	-.039	-.060	-.001	.007	.005	.005	.088	.099	.000	.000	.050	.133	.000	.000
Udibonos	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
M5	-.001	-.001	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes secundarias 2018.

DI: Deuda Internacional.

DN: Deuda Nacional.

EN: Mercanías (Energía)

BR: FIBRAS

M10: Bonos Gubernamentales a 10 años.

M20: Bonos Gubernamentales a 20 años.

RVI: Renta Variable Internacional.

RVN: Renta Variable Nacional.

M5: Bonos Gubernamentales a 5 años.

Anexo 2. Matriz de correlación (cifras porcentajes)

	AG	AU	CE28	DI	DN	EN	FIBRAS	GAS	M10	M20	M5	RVI	RVN	S10Y
AG	100	82	-22	35	-19	27	-19	-10	-20	-18	-23	-14	-18	-16
AU	82	100	-17	15	-21	11	-33	-27	-10	-6	-14	-38	-34	-4
CE28	-22	-17	100	-12	13	19	-8	21	90	88	95	11	-11	81
DI	35	15	-12	100	35	-8	31	3	-10	-11	-15	21	19	-19
DN	-19	-21	13	35	100	-25	38	-26	25	14	17	-2	19	17
EN	27	11	19	-8	-25	100	-6	43	2	3	11	26	3	2
FIBRAS	-19	-33	-8	31	38	-6	100	8	-5	-7	-10	14	45	-1
GAS	-10	-27	21	3	-26	43	8	100	0	7	12	43	33	5
M10	-20	-10	90	-10	25	2	-5	0	100	96	97	1	-16	88
M20	-18	-6	88	-11	14	3	-7	7	96	100	95	1	-20	90
M5	-23	-14	95	-15	17	11	-10	12	97	95	100	7	-11	88
RVI	-14	-38	11	21	-2	26	14	43	1	1	7	100	46	-3
RVN	-18	-34	-11	19	19	3	45	33	-16	-20	-11	46	100	-18
S10Y	-16	-4	81	-19	17	2	-1	5	88	90	88	-3	-18	100

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes secundarias 2018.

AG: Mercancías (Plata).

AU: Mercancías (Oro).

CE28: Cetes 28.

DI: Deuda Internacional.

DN: Deuda Nacional.

EN: Mercancías (Energía).

M10: Bonos Gubernamentales a 10 años.

M20: Bonos Gubernamentales a 20 años.

M5: Bonos Gubernamentales a 5 años.

RVI: Renta Variable Internacional.

RVN: Renta Variable Nacional.

S10Y: Udibonos a 10 años.

Anexo 3. Composición de Portafolios de Siefors SB4 (Mercado vigente)

	CE28	M10	M5	M20	S10Y	DN	RVN	DI	RVI	FI	GAS	AG	AU	EN
Azteca	1%	5%	5%	6%	29%	22%	10%	1%	16%	4%	0%	0%	0%	0%
Banamex	1%	7%	7%	8%	21%	16%	9%	0%	21%	9%	0%	0%	1%	0%
Banorte	3%	4%	4%	5%	32%	17%	7%	0%	23%	6%	0%	0%	0%	0%
Coppel	0%	0%	0%	0%	42%	29%	9%	3%	13%	4%	0%	0%	0%	0%
Inbursa	37%	0%	0%	1%	14%	20%	11%	2%	9%	7%	0%	0%	0%	0%
Invercap	7%	12%	12%	13%	14%	10%	9%	3%	10%	8%	0%	0%	0%	0%
Metlife	1%	6%	6%	7%	32%	20%	6%	1%	18%	5%	0%	0%	0%	0%
PensionISSSTE	0%	16%	16%	19%	2%	24%	8%	1%	6%	9%	0%	0%	0%	0%
Principal	1%	7%	7%	7%	26%	16%	8%	0%	18%	9%	0%	0%	0%	0%
Profuturo	14%	1%	1%	1%	30%	16%	6%	1%	24%	5%	0%	0%	0%	0%
SURA	14%	1%	1%	1%	31%	19%	6%	1%	19%	5%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración con información de CONSAR (Abril 2016-Febrero 2018).

CE28: Cetes 28.

M10: Bonos Gubernamentales a 10 años.

M5: Bonos Gubernamentales a 5 años.

M20: Bonos Gubernamentales a 20 años.

S10Y: Udibonos a 10 años.

DN: Deuda Nacional.

RVN: Renta Variable Nacional.

DI: Deuda Internacional.

RVI: Renta Variable Internacional.

BR: Fibras.

GAS: Mercancías (Gas).

AG: Mercancías (Plata).

AU: Mercancías (Oro).

EN: Mercancías (Energía).

Anexo 4. Composición de portafolios con restricciones de inversión.

CE	M10	M5	M20	S10Y	DN	RVN	DI	RVI	BR	GAS	AG	AU	EN	E(p)	Var(p)	E(p)/Var(p)
0	0	0	70	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	7.76	7.29	106
0	0	0	88	0	0	0	0	6	0	0	0	7	0	7.50	3.52	213
0	0	0	95	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	7.30	1.60	457
0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.15	0.64	1123
0	0	0	70	0	0	0	0	20	0	7	0	3	0	6.98	11.1	63
0	0	0	91	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.80	0.58	1167
0	0	0	85	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.55	0.57	1159
0	0	0	77	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.25	0.54	1147
0	0	0	70	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.95	0.52	1134
0	0	0	62	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.65	0.51	1118
0	0	0	54	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.35	0.49	1101
0	0	0	47	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.05	0.47	1081
0	0	0	39	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.75	0.45	1058
0	0	0	32	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.45	0.43	1031
0	0	0	24	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.15	0.41	1001
0	0	0	16	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.85	0.40	966
0	0	0	7	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.47	0.38	914
0	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.21	0.37	872
0	0	0	0	98	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2.95	0.86	345
0	0	0	0	96	0	0	1	0	2	0	0	0	1	2.65	1.71	156
0	0	0	0	94	0	0	1	0	4	0	0	0	2	2.35	2.58	91
0	0	0	0	92	0	0	1	0	5	0	0	0	2	2.05	3.47	59
0	0	0	0	88	0	0	1	0	8	0	0	0	3	1.45	5.25	28
0	0	0	0	86	0	0	1	0	9	0	0	0	4	1.15	6.14	19
0	0	0	0	77	0	0	8	0	10	0	0	0	6	0.85	7.10	12
0	0	0	0	60	0	1	20	0	10	0	0	0	9	0.55	8.50	7
0	0	0	0	52	0	8	20	0	10	0	0	0	10	0.25	10.37	2
0	0	0	0	45	0	15	20	0	10	0	0	0	10	-0.05	12.87	-0.4
0	0	0	0	42	0	18	20	0	10	0	0	0	10	-0.15	13.81	-1
0	0	0	0	41	0	19	20	0	10	0	0	0	10	-0.20	14.29	-1.4
0	0	0	0	40	0	20	20	0	10	0	0	0	10	-0.23	14.52	-1.5

Fuente: Elaboración propia 2018.

CE: Cetes 28.

M10: Bonos Gubernamentales a 10 años.

M5: Bonos Gubernamentales a 5 años.

M20: Bonos Gubernamentales a 20 años.

S10Y: Udibonos a 10 años.

DN: Deuda Nacional.

RVN: Renta Variable Nacional.

DI: Deuda Internacional.

RVI: Renta Variable Internacional.

BR: Fibras.

GAS: Mercancías (Gas).

AG: Mercancías (Plata).

AU: Mercancías (Oro).

EN: Mercancías (Energía).

E(p): Rendimiento esperado.

Var(p): Desviación Estándar de los rendimientos.

E(p)/Var(p): Índice Rendimiento sobre Desviación estándar de los rendimientos.

Anexo 5. Composición de portafolios sin restricciones de inversión.

CE	M10	M5	M20	S10Y	DN	RVN	DI	RVI	BR	GAS	AG	AU	EN	E(p)	Var(p)	E(p)/ Var(p)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	12.00	57.09	21
0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	76	0	11.00	41.12	275
0	0	0	2	0	0	0	0	46	0	0	0	53	0	10.00	28.39	35
0	0	0	36	0	0	0	0	30	0	0	0	34	0	9.00	18.43	49
0	0	0	61	0	0	0	0	18	0	0	0	21	0	8.26	11.08	75
0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.15	0.64	1123
0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.12	0.61	1177
0	0	0	84	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.50	0.56	1156
0	0	0	71	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.00	0.53	1136
0	0	0	58	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.50	0.50	1110
0	0	0	46	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.00	0.46	1077
0	0	0	33	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.50	0.43	1036
0	0	0	20	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.00	0.41	984
0	0	0	7	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.47	0.38	914
0	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.21	0.37	872
0	0	0	0	95	0	0	1	0	3	0	0	0	1	2.50	2.15	116
0	0	0	0	91	0	0	1	0	5	0	0	0	2	2.00	3.62	55
0	0	0	0	88	0	0	1	0	8	0	0	0	3	1.50	5.11	29
0	0	0	0	85	0	0	1	0	10	0	0	0	4	1.00	6.59	15
0	0	0	0	82	0	0	1	0	12	0	0	0	5	0.50	8.08	6
0	0	0	0	75	0	0	1	0	17	0	0	0	7	-0.50	11.06	-4.5
0	0	0	0	72	0	0	1	0	19	0	0	0	8	-1.00	12.54	-7.9
0	0	0	0	68	0	0	2	0	21	0	0	0	9	-1.50	14.03	-10.7
0	0	0	0	65	0	0	2	0	23	0	0	0	10	-2.00	15.52	-12.9
0	0	0	0	59	0	0	2	0	28	0	0	0	12	-3.00	18.50	-16.2
0	0	0	0	46	0	0	2	0	37	0	0	0	15	-5.00	24.45	-20.5
0	0	0	0	33	0	0	2	0	46	0	0	0	19	-7.00	30.41	-23.0
0	0	0	0	13	0	0	3	0	59	0	0	0	25	-10.0	39.34	-25.4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	0	14	-15.0	55.16	-27.2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	-17.3	64.11	-27.0

Fuente: Elaboración propia 2018.

CE: Cetes 28.

M10: Bonos Gubernamentales a 10 años.

M5: Bonos Gubernamentales a 5 años.

M20: Bonos Gubernamentales a 20 años.

S10Y: Udibonos a 10 años.

DN: Deuda Nacional.

RVN: Renta Variable Nacional.

DI: Deuda Internacional.

RVI: Renta Variable Internacional.

BR: Fibras.

GAS: Mercancías (Gas).

AG: Mercancías (Plata).

AU: Mercancías (Oro).

EN: Mercancías (Energía).

E(p): Rendimiento esperado.

Var(p): Desviación Estándar de los rendimientos.

E(p)/Var(p): Índice Rendimiento sobre Desviación estándar de los rendimientos.